

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor: : **Mitsuhiro NAKAMURA**  
Filed : **Concurrently herewith**  
For : **RESOURCE MANAGEMENT METHOD....**  
Serial No. : **Concurrently herewith**

September 18, 2003


Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**PRIORITY CLAIM AND**  
**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **Japanese** patent application number **2002-275806** filed **September 20, 2002**, a copy of which is enclosed.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Thomas J. Bean  
Reg. No. 44,528

Katten Muchin Zavis Rosenman  
575 Madison Avenue  
New York, NY 10022-2585  
(212) 940-8800  
Docket No.: FUJY 20.628

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

041538

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月20日

出願番号

Application Number:

特願2002-275806

[ST.10/C]:

[JP2002-275806]

出願人

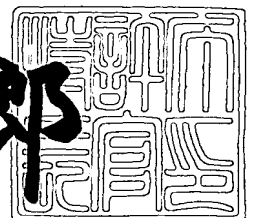
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 4月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3022719

【書類名】 特許願

【整理番号】 0251386

【提出日】 平成14年 9月20日

【国際特許分類】 H04L 12/28

【発明の名称】 ラベルスイッチネットワークにおけるリソース管理方法

【請求項の数】 5

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号富士通株式会社内

    【氏名】 中村 光宏

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100089244

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 遠山 勉

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090516

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松倉 秀実

    【連絡先】 03-3669-6571

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012092

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705606

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ラベルスイッチネットワークにおけるリソース管理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ラベルスイッチネットワークにおけるリソースを管理するための方法であって、

予約中のセッションと通信中のセッションの帯域を別に保持し、予約中セッションの占有する帯域を対象に、周期的にパスの再設定を実行する、ラベルスイッチネットワークにおけるリソース管理方法。

【請求項 2】 予約要求失敗の回数に応じて、パスの再設定周期を変動させる、請求項 1 に記載のラベルスイッチネットワークにおけるリソース管理方法。

【請求項 3】 ネットワークを構成する特定ノード間の予約パスを最適化するためのシステムであって、

特定ノード間に、所定セッションを行うための予約パス及び帯域を設定する予約パス設定手段と、

前記予約パス設定手段によって設定された帯域に基づいて、周期的に前記予約パスを再設定する予約パス再設定手段とを備える、予約パス最適化システム。

【請求項 4】 前記周期を変動させる手段を備える、請求項 3 に記載の予約パス最適化システム。

【請求項 5】 ネットワークを構成する特定ノード間の予約パスを最適化するための方法であって、

特定ノード間に、所定セッションを行うための予約パス及び帯域を設定し、

前記予約パス設定手段によって設定された帯域に基づいて、周期的に前記予約パスを再設定する、予約パス最適化方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ラベルスイッチネットワーク、特に、M P L S (Multi Protocol Label Switching) ネットワークにおけるリソースを管理するための技術に関する。

【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

QoS (Quality of Service)を保証するメカニズムには、リソース割り当て方式と優先制御方式がある。リソース割り当て方式は、個々のセッションに必要なリンク容量を排他的に割り当てる。優先制御方式は、ネットワーク全体のリソースに十分な余裕があることを前提に、QoSを保証するレベルに応じてパケット送出のキューを設け、各セッションの優先度に応じてパケットをキューイングする。

## 【0003】

厳密なQoS保証のためにはリソース割り当て方式が有利であるが、処理の容易さでは優先制御方式が勝る。従来のIPネットワークでは優先制御方式が一般的であるが、今後、ビジネスユーストラフィックが増加するにつれて輻輳時にも対応できるリソース割り当て方式が有力になると考えられる。リソース割り当て方式では、実際に通信しようとする際にリソース不足でアクセスを拒否される可能性があるため、事前の予約機能が望まれる。実際、多くのシステムで事前予約機能が実装されつつある (NTT AS研、NS研、KDDI等)。

## 【0004】

一方、ネットワークリソースの有効利用を目的としたMPLS上のTE (Traffic Engineering) の検討が行われている。ここで、TEの考え方について図25を参照しながら説明する。同図に示すように、MPLSネットワークはノードとリンクで構成される。ノードは外部に直接つながるエッジノード (以下単にエッジということもある) a, c, e, f とつながらないコアノード b, d に分類される。一般のIPネットワークでは、ノードがパケットを受信する毎に次にパケットを転送するノードを決定するが、MPLSネットワークでは各エッジノード間でパス (LSP (Label Switched Path)) を設定しておいて、外部からパケットを受信時に、発着端末の送信元アドレス (source address)、送信元ポート (source port)、宛先アドレス (destination address)、及び、宛先ポート (destination port) の組単位 (セッションと呼ぶ) でLSPを割り当て、同一セッションのパケットは同一LSPを使用する。この場合は中継の各ノードでは、エッジノードで割り当てられたLSP番号に基づいて転送ノードを決定する。

図25に示す例ではノードa-c間のLSPとしてa-b-c、a-d-cの2つの経路がありうる。そしてa-d間のリンクはa-d-fのLSPとの共有の可能性がある。

## 【0005】

リソース予約を行うネットワークでは、LSP毎に帯域を決めておき、セッション開始時に必要な帯域の空があるLSPを探す。各LSPの帯域をトラフィックに応じて動的に変動させることで効率的な運用が可能になる。これをTraffic Engineering（以下TEと呼ぶ）と呼ぶ。

## 【0006】

ノードa-f間のトラフィックが多い場合はa-d間のリンクの帯域をa-d-cよりa-d-fのLSPに割り当てることでネットワークリソースの使用効率が向上する。

## 【0007】

ただし、既存のTEはリソースの事前予約は考慮していないため、予約制のネットワークにはそのままでは適用できない。予約のトラフィックを考慮することで、従来より効率的なネットワークリソース管理が実現できる。

## 【0008】

次に、ネットワークリソース管理サーバ（NMS）によるLSP管理について図25を参照しながら説明する。一般のネットワークではセッションのLSPの割り当てはエッジノードで行われる。TEでLSPの帯域を変動させようとする、ネットワーク全体のトラフィックの状況を把握し、統一的な制御を行う必要がある。このため、ネットワーク内にNMSを配置し、NMSが全LSPを一括管理する手法が提案されている。NMS方式にはポリシー制御や課金制御を行うのが容易であるという長所もある。

## 【0009】

NMS方式の概要について説明する。NMSはMPLSネットワーク内のLSPの全帯域、空帯域を管理する。ユーザはセッション開始時にNMSにアクセスして、通信相手のアドレスと必要帯域を通知する。NMSは通知された帯域が確保できるLSPを探して、そのようなLSPが存在しない場合はアクセスを拒否

する。NMSは条件を満たすLSPがある場合は、そのLSPの経路の各ノードにセッション番号を通知する。

【0010】

また、従来、通信資源を効率良く割り当てることが可能な技術として、情報を伝送するために確保する通信帯域を固定帯域と変動帯域に分けて管理するものがある（例えば、特許文献1参照。）。

【0011】

【特許文献1】

特開平10-303932号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このようなネットワーク管理サーバによるラベルスイッチのパス（特に、MPLSのLSP(Label Switched Path)）管理を前提に、予約トラヒックを考慮したTEの実現を目的とする。現状では通信中のセッションのみ管理をしているのが、予約を許容すると将来のセッションも考慮する必要がある。その場合、管理するセッション数が飛躍的に増大するため効率的なセッション管理、パス管理が要求される。予約要求のたびにTEの計算をするのは処理能力的に不可であるため、アドミSSION制御（予約受付可否の判定-これは予約要求時にやらねばならない）とパス設定のスケジューリング計算を分離し、処理能力的に無理のないようにTEを行うことが課題となる。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の課題を解決するために、ラベルスイッチネットワークにおけるリソースを管理するための方法であって、予約中のセッションと通信中のセッションの帯域を別に保持し、予約中セッションの占有する帯域を対象に、周期的にパスの再設定を実行する。

【0014】

本発明によれば、予約中の帯域を含めて再ルーティングを実施することで、本方式を使用しないネットワークに比べて、リソースの使用効率がよくなる。



## 【 0 0 1 5 】

また、上記方法においては、例えば、前周期における予約要求に失敗する要因となったリンクの回数を一定周期分、記録し、その経過に基づいて、NG（失敗）要因となりやすいリンクの重みを変動させる。このようにリソース不足の要因となった回数が多いリンクの重みを大きくすることで、ネットワークのリソース使用を平均化させることができる。

## 【 0 0 1 6 】

また、上記方法においては、例えば、予約要求失敗の回数に応じて、パスの再設定周期を変動させる。このようにすれば、より好ましい周期で再設定を行うことが可能となる。

## 【 0 0 1 7 】

また、本発明はシステムの発明として次のように特定することもできる。ネットワークを構成する特定ノード間の予約パスを最適化するためのシステムであって、特定ノード間に、所定セッションを行うための予約パス及び帯域を設定する予約パス設定手段と、前記予約パス設定手段によって設定された帯域に基づいて、周期的に前記予約パスを再設定する予約パス最設定手段とを備える、予約パス最適化システム。

このようにすれば、予約中の帯域を含めて再ルーティングを実施することで、本方式を使用しないネットワークに比べて、リソースの使用効率がよくなる。

## 【 0 0 1 8 】

上記予約パス最適化システムにおいては、例えば、前記周期を変動させる手段を備える。このようにすれば、より好ましい周期で再設定を行うことが可能となる。

## 【 0 0 1 9 】

また、上記予約パス最適化システムにおいては、例えば、前記ネットワークはMPLSネットワークであり、前記予約パスはLSPである。また、特定ノード間とは例えば、エッジノード間である。

## 【 0 0 2 0 】

また、本発明は方法の発明として次のように特定することもできる。ネットワ

ークを構成する特定ノード間の予約パスを最適化するための方法であって、特定ノード間に、所定セッションを行うための予約パス及び帯域を設定し、前記予約パス設定手段によって設定された帯域に基づいて、周期的に前記予約パスを再設定する、予約パス最適化方法。

## 【 0 0 2 1 】

本発明は、通信中のセッションの経路変更は難しいが、予約中のセッションの経路変更はメモリ上の処理だけで容易であるという点に着目し、予約中のセッションの占める帯域を対象に再度、ルーティング計算しようとするものである。図 2 6 は、この考え方を示す。従来 방식は、LSP の容量を要求に応じて増やしていき、それ以上ふやせなくなった段階で、その時点で使用中の帯域以外を対象に再配分を行う（さまざまなヴァリエーションがある）。図 2 7 は、従来のリンク帯域と予約サービスを提供する場合のリンク帯域の内訳を示す。

## 【 0 0 2 2 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態である予約パス最適化システムについて図面を参照しながら説明する。図 1 は、本発明の一実施形態である予約パス最適化システムの概略システム構成を説明するための図である。

## 【 0 0 2 3 】

本実施形態の予約パス最適化システムは、MPLS ネットワーク、ネットワークリソース管理サーバ（以下 NMS という）100 及び端末 200 を備えている。

## 【 0 0 2 4 】

MPLS ネットワークは、図 1 に示すように、ノード a ～ f とリンク a - b ～ e - f によって構成される。ノードは外部に直接つながるエッジノード（以下単にエッジということもある）a, c, e, f とつながらないコアノード b, d に分類される。なお、ノード及びリンクは適宜の数とすることができる。

## 【 0 0 2 5 】

各リンクには、図 1 に数字で示すリンク容量が割り当てられている。例えば、ノード a - b 間のリンク a - b 上の数字 5 は、そのリンク a - b のリンク容量が

5であることを示す。他の数字も同様である。

【 0 0 2 6 】

NMS 1 0 0 は、MPLS ネットワーク内の LSP の全帯域や空帯域を管理するためのサーバである。NMS 1 0 0 は、それらの管理を行うために、リンク対応データ 1 0 1、LSP 対応データ 1 0 2、及び、セッションデータ 1 0 3 をハードディスク装置等に保持している。

【 0 0 2 7 】

リンク対応データ 1 0 1 は、図 2 に示すように、使用中帯域 1 0 1 a、予約中帯域 1 0 1 b、LSP 割り当て帯域 1 0 1 c、空帯域 1 0 1 d、及び、NG 回数リスト 1 0 1 e 等の項目からなる。NMS 1 0 0 は、各リンク（各リンク番号）ごとにリンク対応データ 1 0 1 を保持する。

【 0 0 2 8 】

初期設定後の初期状態では、使用中帯域 1 0 1 a、予約中帯域 1 0 1 b、及び、LSP 割り当て帯域 1 0 1 にそれぞれ 0 が設定される。また、空帯域 1 0 1 d にリンク容量が設定される。

【 0 0 2 9 】

図 5 左列上段は、リンク a - b に対する初期状態のリンク対応データ 1 0 1 を示す。同図左列下段は、リンク a - d に対する初期状態のリンク対応データ 1 0 1 を示す。

【 0 0 3 0 】

リンク対応データ 1 0 1 は、単位時刻（例えば、予約の単位を 1 5 分とすると、XX 月 XX 日 0 0 時 0 0 分 ~ 0 0 時 1 5 分）ごとに保持される。

【 0 0 3 1 】

LSP 対応データ 1 0 2 は、図 3 に示すように、使用中帯域 1 0 2 a、予約中帯域 1 0 2 b、空帯域 1 0 2 c、及び、リンクリスト 1 0 2 d 等の項目からなる。NMS 1 0 0 は、任意の 2 つのエッジノードの組み合わせで、考えられる全てのルートに対して LSP を生成して、各 LSP（各 LSP 番号）ごとに LSP 対応データ 1 0 2 を保持する。

【 0 0 3 2 】

初期設定後の初期状態では、空帯域 1 0 2 c、予約中帯域 1 0 2 b、及び、使用中帯域 1 0 2 a にそれぞれ 0 が設定される。また、リンクリスト 1 0 2 d には対応する L S P を構成するリンクの集合が設定される。

## 【 0 0 3 3 】

図 5 右列上段は、ルート a - b - c に対する初期状態の L S P 対応データ 1 0 2 を示す。同図右列下段は、ルート a - d - c に対する初期状態の L S P 対応データ 1 0 2 を示す。

## 【 0 0 3 4 】

L S P 対応データ 1 0 2 は、単位時刻（例えば、予約の単位を 1 5 分とすると、XX 月 XX 日 0 0 時 0 0 分から 0 0 時 1 5 分）ごとに保持される。

## 【 0 0 3 5 】

セッションデータ 1 0 3 は、図 4 に示すように、L S P 番号 1 0 3 a、帯域 1 0 3 b、状態（予約中又は通信中）1 0 3 c、通信開始時刻 1 0 3 d、及び、通信終了時刻 1 0 3 e 等の項目からなる。N M S 1 0 0 は、セッション（各セッション番号）ごとにセッションデータ 1 0 3 を保持する。なお、初期設定後の初期状態では、セッションデータ 1 0 3 は生成されていない（図 5 参照）。

## 【 0 0 3 6 】

次に、上記構成の予約パス最適化システムの動作の概略について説明する。（1）予約要求時に、要求されたエッジノード間の L S P から、要求された帯域以上の空帯域を持つ L S P を選択し、要求帯域分を空帯域から予約中帯域に移す。

（2）予約要求が成功すると、セッション対応データ 1 0 3 中の L S P 番号 1 0 3 a と帯域 1 0 3 b を設定する。また、状態 1 0 3 c に「予約中」を設定する。

## 【 0 0 3 7 】

（3）もし、条件を満たす L S P が存在しない場合は、必要な帯域を増加し、増加した分の帯域を、その L S P を構成する各リンクの空帯域 1 0 1 d からリンク割り当て帯域 1 0 1 c に移動する。（4）リンクの空帯域 1 0 1 d に、増加できる帯域がない場合は、そのリンクのリンク対応データ 1 0 1 の N G 回数 1 0 1 e を 1 増加し、N G を返す。

## 【 0 0 3 8 】

(5) 予約中セッションの通信開始時刻になると、対象LSPを接続するノード（ルータ）に開始通知を送出し、状態103cに「通信中」を設定する。また、対象のLSP対応データ102の予約中帯域102bを通信中帯域102aに移動する。(6) 通信中セッションの通信終了時刻になると、対象LSPを接続するノード（ルータ）に終了通知を送出し、セッション対応データ103を初期化する。また、対象のLSP対応データ102の通信中帯域102aを空帯域102cに移動する。

## 【0039】

(7) 周期的にまたは一定のNG回数に達することによってMinimum interfering algorithmによるLSP再設定を実行する。(8) Minimum interfering algorithmの中で、重み付けのnはNG回数の履歴により、NG回数が増加すれば大きく、減少すれば小さくする。Minimum interfering algorithmの実行周期は一定の基準に基づき、NG回数が多いほど周期を短く、NG回数が少ないほど周期を長くなるように決定する。

## 【0040】

次に、上記構成の予約パス最適化システムの動作の詳細について図面を参照しながら説明する。図6は、予約パス最適化システムの動作を説明するためのフローチャートである。まず、図1に示すMPLSネットワークにおけるノードa-c間に、帯域3のセッションを予約設定するための動作について説明する。

## 【0041】

端末200から予約要求（ノードa-c間に帯域3のセッションを予約する要求）が入力されると、NMS100は、その予約要求を受け付けて（S100）、空LSPの検索／選択を行う（S101）。

## 【0042】

例えば、NMS100は、LSP対応データ102（両端ノードがノードa及びノードcであるルートに対するLSP対応データ102）中の空帯域102cを参照して、空帯域102c>予約要求された帯域3を満たすLSP対応データ102が存在するか否かを判定する（S102）。

## 【0043】

ここでは、初期設定によって全 L S P 対応データ 1 0 2 中の空帯域 1 0 2 c に 0 が設定されている。このため、N M S 1 0 0 は、空 L S P なしと判定する (S 1 0 2 : N o) 。 N M S 1 0 0 は、空 L S P なしと判定すると、Minimum interfering algorithmによってトータル (total) 減少分が最小のルートを求める。

## 【 0 0 4 4 】

ここで、図 1 を参照すると、予約要求されたノード a - c 間のルートとしては、ルート a - b - c とルート a - d - c の 2 種類が考えられる。仮に、予約要求された帯域 3 をルート a - b - c に割り当てたとすると、各ノード間の最大可能容量は次のようになる。ノード a - c 間 = 7、ノード a - e 間 = 8、ノード a - f 間 = 1 0、ノード c - e 間 = 7、ノード c - f 間 = 7、及び、ノード e - f 間 = 8 で、トータル 4 7。これは、予約要求された帯域 3 をルート a - b - c に割り当てる前のトータルが 4 7 であるため、トータル減少分が 0 であることを示す。

## 【 0 0 4 5 】

一方、予約要求された帯域 3 を他方のルート a - d - c に割り当てたとすると、各リンクの空帯域は図 7 に示すようになる。この場合、各ノード間の最大可能容量は次のようになる。ノード a - c 間 = 5、ノード a - e 間 = 7、ノード a - f 間 = 7、ノード c - e 間 = 4、ノード c - f 間 = 5、及び、ノード e - f 間 = 8 で、トータル 3 6。これは、予約要求された帯域 3 をルート a - d - c に割り当てる前のトータルが 4 7 であるため、トータル減少分が 1 1 であることを示す。

## 【 0 0 4 6 】

従って、N M S 1 0 0 は、トータル減少分が最小のルートとしてルート a - b - c を求める。N M S 1 0 0 は、その求めたルート a - b - c (予約パスに相当) に対する L S P 対応データ 1 0 2 中の予約中帯域 1 0 2 b に予約要求された帯域 3 を設定 (加算) する (図 8 中央列上段参照) (S 1 0 3) 。

## 【 0 0 4 7 】

次に、N M S 1 0 0 は、経由するリンク (ルート a - b - c を構成する各リンク、例えばリンク a - b) に対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d

から予約要求された帯域 3 を減算する（図 8 左列上段参照）（S 1 0 3）。

【 0 0 4 8 】

また NMS 1 0 0 は、そのリンク対応データ 1 0 1 中の L S P 割り当て帯域 1 0 1 c と予約中帯域 1 0 1 b にそれぞれ予約要求された帯域 3 を加算する（図 8 左列上段参照）（S 1 0 3）。これにより、端末 2 0 0 から予約要求された帯域 3 の確保が成功したことになる（S 1 0 4 : Y e s）。

【 0 0 4 9 】

NMS 1 0 0 は、予約要求された帯域 3 の確保が成功すると、ルート a - b - c に対する L S P に対するセッションデータ 1 0 3 を設定（生成）する（図 8 右列参照）（S 1 0 5）。例えば、ルート a - b - c に対する L S P に対するセッションデータ 1 0 3 中の L S P 番号 1 0 3 a に L S P 番号（ここでは L S P 番号 # a）を、帯域 1 0 3 b に予約要求された帯域 3 を、及び、状態 1 0 3 c に” 予約中” を、それぞれ設定する（図 8 右列参照）。また、NMS 1 0 0 は、そのセッションデータ 1 0 3 中の通信開始時刻 1 0 3 d 及び通信終了時刻 1 0 3 e を設定（タイマ登録）する（S 1 0 6）。以上の設定が完了すると、NMS 1 0 0 は、予約 OK を端末 2 0 0 に通知する。

【 0 0 5 0 】

以上のように、ノード a - c 間に帯域 3 のセッションが予約設定された後の各リンクの空帯域を図 9 に示す。同図中、ノード a - b 間のリンク a - b 上の数字 2 は、そのリンク a - b の空帯域 1 0 1 d が 2（リンク a - b のリンク容量 5 - 予約要求された帯域 3）であることを示す。また、それに隣接する（3）は、そのリンク a - b の予約中帯域 1 0 1 b が 3（予約要求された帯域 3）であることを示す。他の数字も同様である。

【 0 0 5 1 】

次に、ノード a - b 間に帯域 3 のセッションの予約設定が完了した後に、さらに、ノード a - c 間に帯域 5 のセッションを予約設定するための動作について図 6 を参照しながら説明する。

【 0 0 5 2 】

端末 2 0 0（又は別端末）から予約要求（ノード a - c 間に帯域 5 のセッショ

ンを予約する要求)が入力されると、NMS 1 0 0 は、その予約要求を受け付けて (S 1 0 0)、空 L S P の検索/選択を行う (S 1 0 1)。

【 0 0 5 3 】

例えば、NMS 1 0 0 は、L S P 対応データ 1 0 2 (両端ノードがノード a 及びノード c であるルートに対する L S P 対応データ 1 0 2) 中の空帯域 1 0 2 c を参照して、空帯域 1 0 2 c > 予約要求された帯域 5 を満たす L S P 対応データ 1 0 2 が存在するか否かを判定する (S 1 0 2)。

【 0 0 5 4 】

ここでは、初期設定によって全 L S P 対応データ 1 0 2 中の空帯域 1 0 2 c に 0 が設定されている。このため、NMS 1 0 0 は、空 L S P なしと判定する (S 1 0 2 : N o)。NMS 1 0 0 は、空 L S P なしと判定すると、Minimum interfering algorithmによってトータル (total) 減少分が最小のルートを求める。

【 0 0 5 5 】

ここで、図 1 を参照すると、予約要求されたノード a - c 間のルートとしては、ルート a - b - c とルート a - d - c の 2 種類が考えられる。しかし、予約要求された帯域 5 を確保できるルートは、ルート a - d - c のみである。このため、NMS 1 0 0 は、そのルート a - d - c (予約パスに相当) に対する L S P 対応データ 1 0 2 中の予約中帯域 1 0 2 b に予約要求された帯域 5 を設定 (加算) する (図 1 1 中央列中段参照) (S 1 0 3)。

【 0 0 5 6 】

次に、NMS 1 0 0 は、経由するリンク (ルート a - d - c を構成する各リンク、例えばリンク a - d) に対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d から予約要求された帯域 5 を減算する (図 1 1 左列下段参照) (S 1 0 3)。

【 0 0 5 7 】

また NMS 1 0 0 は、そのリンク対応データ 1 0 1 中の L S P 割り当て帯域 1 0 1 c と予約中帯域 1 0 1 b にそれぞれ予約要求された帯域 5 を加算する (図 1 1 左列下段参照) (S 1 0 3)。これにより、端末 2 0 0 から予約要求された帯域 5 の確保が成功したことになる (S 1 0 4 : Y e s)。

【 0 0 5 8 】



NMS 1 0 0 は、予約要求された帯域 5 の確保が成功すると、ルート a - d - c に対する L S P に対するセッションデータ 1 0 3 を設定（生成）する（図 1 1 右列下段参照）（S 1 0 5）。例えば、ルート a - d - c に対する L S P に対するセッションデータ 1 0 3 中の L S P 番号 1 0 3 a に L S P 番号（ここでは L S P 番号 # b）を、帯域 1 0 3 b に予約要求された帯域 5 を、及び、状態 1 0 3 c に” 予約中” を、それぞれ設定する（図 1 1 右列下段参照）。また、NMS 1 0 0 は、そのセッションデータ 1 0 3 中の通信開始時刻 1 0 3 d 及び通信終了時刻 1 0 3 e を設定（タイマ登録）する（S 1 0 6）。以上の設定が完了すると、NMS 1 0 0 は、予約 OK を端末 2 0 0 に通知する。

## 【 0 0 5 9 】

以上のように、ノード a - c 間に帯域 5 のセッションが予約設定された後の各リンクの空帯域を図 1 0 に示す。同図中、ノード a - d 間のリンク a - d 上の数字 5 は、そのリンク a - d の空帯域 1 0 1 d が 5（リンク a - d のリンク容量 1 0 - 予約要求された帯域 5）であることを示す。また、それに隣接する（5）は、そのリンク a - d の予約中帯域 1 0 1 b が 5（予約要求された帯域 5）であることを示す。他の数字も同様である。

## 【 0 0 6 0 】

次に、ノード a - c 間に帯域 3 及び 5 のセッションが予約設定された後に、さらに、端末 2 0 0 から予約要求（ノード a - f 間に帯域 6 のセッションを予約する要求）が入力されたとする。NMS 1 0 0 は、その予約要求を受け付けて（S 1 0 0）、空 L S P の検索／選択を行う（S 1 0 1）。

## 【 0 0 6 1 】

例えば、NMS 1 0 0 は、L S P 対応データ 1 0 2（両端ノードがノード a 及びノード f であるルートに対する L S P 対応データ 1 0 2）中の空帯域 1 0 2 c を参照して、空帯域 1 0 2 c > 予約要求された帯域 6 を満たす L S P 対応データ 1 0 2 が存在するか否かを判定する（S 1 0 2）。

## 【 0 0 6 2 】

ここでは、初期設定によって全 L S P 対応データ中の空帯域 1 0 2 c に 0 が設定されている。このため、NMS 1 0 0 は、空 L S P なしと判定する（S 1 0 2

: No)。NMS 1 0 0 は、空 L S P なしと判定すると、Minimum interfering algorithmによってトータル (total) 減少分が最小のルートを求める。

#### 【 0 0 6 3 】

ここで、図 1 を参照すると、予約要求されたノード a - f 間のルートは a - d - f のみである。NMS 1 0 0 は、経由するリンク (ルート a - d - f を構成する各リンク、例えばリンク a - d) に対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d から予約要求された帯域 6 を減算しようとする。しかし、リンク a - d に対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d は 5 であるため (図 1 1 左列下段参照)、予約要求された帯域 6 を減算することはできない。このため、端末 2 0 0 から予約要求された帯域 6 の確保が失敗したことになる (S 1 0 4 : N O)。

#### 【 0 0 6 4 】

この場合、NMS 1 0 0 は、NG の原因になった容量不足のリンク (ここではリンク a - d) を登録して (S 1 0 8)、そのリンクのリンク対応データ 1 0 1 中の NG 回数リスト (予約 NG 回数) に例えば 1 を加算する (S 1 0 9)。以上の処理が完了すると、NMS 1 0 0 は、予約 NG を端末 2 0 0 に通知する (S 1 1 0)。

#### 【 0 0 6 5 】

本実施形態においては、上記のように予約 NG とされる予約要求 (ノード a - f 間に帯域 6 のセッションを予約する要求) を予約設定できるようにするために、周期帯域割り当て処理 (予約再割り当て処理) を行う。この周期帯域割り当て処理を実行することで、ノード a - c 間に帯域 3 及び帯域 5 のセッションが予約設定された後でも、さらに、ノード a - f 間に帯域 6 のセッションを予約設定することが可能となる。

#### 【 0 0 6 6 】

以下に、周期帯域割り当て処理 (予約再割り当て処理) について図面を参照しながら説明する。図 1 2 は、周期帯域割り当て処理を説明するためのフローチャートである。

#### 【 0 0 6 7 】

周期帯域割り当て処理は、一定周期等の各種のタイミングで実行することが可能である。本実施形態においては、予約失敗の回数に応じて周期帯域割り当て処理の実行周期を変更する。この実行周期を変更するために、例えば、図 1 3 に示すように、リソース予約失敗回数（予約 NG 回数）と実行周期とを対応付けた周期決定テーブルを用いる。

## 【 0 0 6 8 】

NMS 1 0 0 は、周期決定テーブルから一定時間の全リソース予約失敗回数（全リンク対応データ 1 0 1 中の NG 回数リスト 1 0 1 e を合計したもの）が対応付けられている実行周期を検索して、その検索した実行周期で周期帯域割り当て処理（図 1 2 のフローチャート）を実行する。

## 【 0 0 6 9 】

周期帯域割り当て処理が実行されると、NMS 1 0 0 は、全 L S P 対応データ 1 0 2 中の予約帯域 1 0 2 b 及び空帯域 1 0 2 c にそれぞれ 0 を設定する（図 1 6 中央列参照）（S 2 0 0）。また、全リンク対応データ 1 0 1 中の予約中帯域 1 0 1 b に 0 を設定する（図 1 6 左列参照）（S 2 0 0）。さらに、L S P 割り当て帯域 1 0 1 c から予約中帯域 1 0 1 b（0 が設定される前の予約中帯域 1 0 1 b）を減算して、空帯域 1 0 1 d に予約中帯域 1 0 1 b（0 が設定される前の予約中帯域 1 0 1 b）を加算する（図 1 6 左列参照）（S 2 0 0）。これにより、全リンク対応データ 1 0 1 及び全 L S P 対応データ 1 0 2 は、図 1 6 に示すように初期状態に戻る。なお、おこの段階でのセッションデータは、図 1 6 右列に示すように、そのままの状態である。

## 【 0 0 7 0 】

この段階での各リンクの空帯域を図 1 4 に示す。同図中、ノード a - b 間のリンク a - b 上の数字 5 は、そのリンク a - b の空帯域 1 0 1 d が 5 であることを示す。他の数字も同様である。

## 【 0 0 7 1 】

次に、NMS 1 0 0 は、予約中の全セッション（ここでは a - c 間の帯域 3 のセッション及び帯域 5 のセッション）について、要求帯域の大きい順（ここでは、帯域 5 のセッション、帯域 3 のセッションの順）に以下の処理を繰り返す（S

201)。

【0072】

まず、NMS100は、予約中の帯域5のセッションについて、該当のノードa-c間の全ルート（ルートa-b-c及びa-d-c）について以下の処理を繰り返す（S202からS205:No）。

【0073】

NMS100は、選択したルート（例えばa-b-c）に必要な空帯域が存在するか否かを判定する（S203）。例えば、NMS100は、選択したルートa-b-cを構成する全リンクに対するリンク対応データ101中の空帯域101dを参照して、空帯域101d $\geq$ 予約中の帯域5であるか否かを判定する。図14を参照すると、ルートa-b-cを構成するリンクに対するリンク対応データ101中の空帯域101d（リンクa-bの空帯域が5、リンクb-cの空帯域が8） $\geq$ 予約中の帯域5であるので、NMS100は、必要な空帯域が存在すると判定する（S203:あり）。

【0074】

NMS100は、必要な空き帯域が存在すると判定した場合、Minimum interfering algorithmによって他の全エッジ間の最大可能帯域のトータル減少分を算出する（S204）。ここで、仮に、予約中の帯域5をルートa-b-cに割り当てたとすると、各リンクの空帯域は図15に示すようになる。この場合、各ノード間の最大可能容量は次のようになる。ノードa-c間=7、ノードa-e間=8、ノードa-f間=10、ノードc-e間=7、ノードc-f間=7、及び、ノードe-f間=8で、トータル47。これは、予約中の帯域5をルートa-b-cに割り当てる前のトータルが47であるため、トータル減少分が0であることを示す。

【0075】

NMS100は、全ルート計算が終了していないため（S205:No）、次にルートa-d-cを選択して、その選択したルートa-d-cに必要な空帯域が存在するか否かを判定する（S202、S203）。例えば、NMS100は、選択したルートa-d-cを構成する全リンクに対するリンク対応データ10

1 中の空帯域 1 0 1 d を参照して、空帯域 1 0 1 d  $\geq$  予約中の帯域 5 であるか否かを判定する。図 1 4 を参照すると、ルート a - d - c を構成するリンクに対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d (リンク a - d の空帯域が 1 0、リンク d - f の空帯域が 7)  $\geq$  予約中の帯域 5 であるので、NMS 1 0 0 は、必要な空帯域が存在すると判定する (S 2 0 3 : あり)。

## 【 0 0 7 6 】

NMS 1 0 0 は、必要な空き帯域が存在すると判定した場合、Minimum interfering algorithmによって他の全エッジ間の最大可能帯域のトータル減少分を算出する (S 2 0 4)。ここで、仮に、予約中の帯域 5 をルート a - d - c に割り当てたとすると、各ノード間の最大可能容量は次のようになる。ノード a - c 間 = 5、ノード a - e 間 = 5、ノード a - f 間 = 5、ノード c - e 間 = 2、ノード c - f 間 = 2、及び、ノード e - f 間 = 8 で、トータル 2 7。これは、予約中の帯域 5 をルート a - d - c に割り当てる前のトータルが 4 7 であるため、トータル減少分が 2 0 であることを示す。

## 【 0 0 7 7 】

これにより、NMS 1 0 0 は、全ルート計算が終了したため (S 2 0 5 : Yes)、必要な空帯域が存在するルートの有無を判定する (S 2 0 6)。ここでは、上述したように、NMS 1 0 0 は、ルート a - b - c 及び a - d - c のいずれにも必要な空帯域が存在すると判定したため (S 2 0 3 : あり)、トータル減少分が最小 (0) のルート a - b - c (予約パスに相当) に対する LSP 対応データ 1 0 2 中の予約中帯域 1 0 2 b に予約中の帯域 5 を設定 (加算) する (図 1 7 中央列上段参照) (S 2 0 7)。

## 【 0 0 7 8 】

次に、NMS 1 0 0 は、経由するリンク (ルート a - b - c を構成する各リンク、例えばリンク a - b) に対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d から予約中の帯域 5 を減算して、LSP 割り当て帯域 1 0 1 c と予約中帯域 1 0 1 b にそれぞれ予約中の帯域 5 を加算する (図 1 7 左列上段参照) (S 2 0 7)。これにより、予約中の帯域 5 の帯域再割り当て (予約パスの再設定) が完了したことになる。

## 【 0 0 7 9 】

このときの、各リンクの空帯域を図 1 5 に示す。同図中、ノード a - b 間のリンク a - b 上の数字 0 は、そのリンク a - b の空帯域 1 0 1 d が 0 であることを示す。また、それに隣接する ( 5 ) は、そのリンク a - b の予約中帯域 1 0 1 b が 5 であることを示す。他の数字も同様である。

## 【 0 0 8 0 】

ここで、全予約セッション計算が終了していないため ( S 2 0 8 : N o ) 、次に、NMS 1 0 0 は、予約中の帯域 3 のセッションについて、該当のノード a - c 間の全ルート ( ルート a - b - c 及び a - d - c ) について以下の処理を繰り返す ( S 2 0 2 から S 2 0 5 : N o ) 。

## 【 0 0 8 1 】

NMS 1 0 0 は、選択したルート (例えば a - b - c) に必要な空帯域が存在するか否かを判定する ( S 2 0 3 ) 。例えば、NMS 1 0 0 は、選択したルート a - b - c を構成する全リンクに対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d を参照して、空帯域 1 0 1 d  $\geq$  予約中の帯域 3 であるか否かを判定する。図 1 5 を参照すると、ルート a - b - c を構成するリンクに対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d (リンク a - b の空帯域が 0、リンク b - c の空帯域が 3)  $\geq$  予約中の帯域 3 ではないので、NMS 1 0 0 は、必要な空帯域が存在しないと判定する ( S 2 0 3 : なし ) 。

## 【 0 0 8 2 】

NMS 1 0 0 は、必要な空き帯域が存在しないと判定した場合、全ルート計算が終了していないため ( S 2 0 5 : N o ) 、次にルート a - d - c を選択して、その選択したルート a - d - c に必要な空帯域が存在するか否かを判定する ( S 2 0 2、S 2 0 3 ) 。例えば、NMS 1 0 0 は、選択したルート a - d - c を構成する全リンクに対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d を参照して、空帯域 1 0 1 d  $\geq$  予約中の帯域 3 であるか否かを判定する。図 1 5 を参照すると、ルート a - d - c を構成するリンクに対するリンク対応データ 1 0 1 中の空き帯域 1 0 1 d (リンク a - d の空帯域が 1 0、リンク d - f の空帯域が 7)  $\geq$  予約中の帯域 3 であるので、NMS 1 0 0 は、必要な空帯域が存在すると判

定する（S 2 0 3：あり）。

【 0 0 8 3 】

NMS 1 0 0 は、必要な空き帯域が存在すると判定した場合、Minimum interfering algorithmによって他の全エッジ間の最大可能帯域のトータル減少分を算出する（S 2 0 4）。ここで、仮に、予約中の帯域 3 をルート a - d - c に割り当てたとすると、各エッジ（エッジノード）間の最大可能容量は次のようになる。ノード a - c 間 = 5、ノード a - e 間 = 7、ノード a - f 間 = 7、ノード c - e 間 = 4、ノード c - f 間 = 4、及び、ノード e - f 間 = 8 で、トータル 3 1。これは、予約中の帯域 3 をルート a - b - c に割り当てる前のトータルが 4 7 であるため、トータル減少分が 1 6 であることを示す。

【 0 0 8 4 】

これにより、NMS 1 0 0 は、全ルート計算が終了したため（S 2 0 5：Yes）、必要な空き帯域が存在するルートの有無を判定する。ここでは、上述したように、NMS 1 0 0 は、ルート a - d - c に必要な空き帯域が存在すると判定したため（S 2 0 3：あり）、トータル減少分が最小（1 6）のルート a - d - c（予約パスに相当）に対する L S P 対応データ 1 0 2 中の予約中帯域 1 0 2 b に予約中の帯域 3 を設定（加算）する（図 2 0 中央列中段参照）（S 2 0 7）。

【 0 0 8 5 】

次に、NMS 1 0 0 は、経由するリンク（ルート a - d - c を構成する各リンク、例えばリンク a - d）に対するリンク対応データ 1 0 1 中の空き帯域 1 0 1 d から予約中の帯域 3 を減算して、L S P 割り当て帯域 1 0 1 c と予約中帯域 1 0 1 b にそれぞれ予約中の帯域 3 を加算する（図 2 0 左列下段参照）。これにより、予約中の帯域 3 の帯域再割り当て（予約パスの再設定）が完了したことになる。

【 0 0 8 6 】

このときの、各リンクの空き帯域を図 1 8 に示す。同図中、ノード a - d 間のリンク a - d 上の数字 7 は、そのリンク a - d の空き帯域 1 0 1 d が 7 であることを示す。また、それに隣接する（3）は、そのリンク a - d の予約中帯域 1 0 1 b が 3 であることを示す。他の数字も同様である。

## 【 0 0 8 7 】

次に、予約中の帯域 5 及び 3 の帯域再割り当てが完了した後に、端末 2 0 0 (又は別端末) から予約要求 (ノード a - f 間に帯域 6 のセッションを予約する要求) が入力されたとする。NMS 1 0 0 は、その予約要求を受け付けて (S 1 0 0)、空 L S P の検索 / 選択を行う (S 1 0 1)。

## 【 0 0 8 8 】

例えば、NMS 1 0 0 は、L S P 対応データ 1 0 2 (両端ノードがノード a 及びノード f であるルートに対する L S P 対応データ 1 0 2) 中の空帯域 1 0 2 c を参照して、空帯域 1 0 2 c > 予約要求された帯域 6 を満たす L S P 対応データ 1 0 2 が存在するか否かを判定する (S 1 0 2)。ここでは、NMS 1 0 0 は、空 L S P なしと判定する (S 1 0 2 : N o)。NMS 1 0 0 は、空 L S P なしと判定すると、Minimum interfering algorithmによってトータル (total) 減少分が最小のルートを求める。

## 【 0 0 8 9 】

ここで、図 1 8 を参照すると、予約要求されたノード a - f 間のルートは a - d - f のみである。このため、NMS 1 0 0 は、そのルート a - d - f に対する L S P 対応データ 1 0 2 中の予約中帯域 1 0 2 b に予約要求された帯域 6 を加算する (図 2 1 中央列下段参照) (S 1 0 3)。

## 【 0 0 9 0 】

次に、NMS 1 0 0 は、経由するリンク (ルート a - d - f を構成する各リンク、例えばリンク a - d) に対するリンク対応データ 1 0 1 中の空帯域 1 0 1 d から予約要求された帯域 6 を減算する (図 2 1 左列下段参照) (S 1 0 3)。

## 【 0 0 9 1 】

また NMS 1 0 0 は、そのリンク対応データ 1 0 1 中の L S P 割り当て帯域 1 0 1 c と予約中帯域 1 0 1 b にそれぞれ予約要求された帯域 6 を加算する (図 2 1 左列下段参照) (S 1 0 3)。これにより、端末 2 0 0 から予約要求された帯域 6 の確保が成功したことになる (S 1 0 4 : Y e s)。

## 【 0 0 9 2 】

NMS 1 0 0 は、予約要求された帯域 6 の確保が成功すると、ルート a - d -



f に対する L S P に対するセッションデータ 1 0 3 を設定（生成）する（図 2 1 右列下段参照）（S 1 0 5）。例えば、ルート a - d - f に対する L S P に対するセッションデータ 1 0 3 中の L S P 番号 1 0 3 a に L S P 番号（ここでは L S P 番号 # c）を、帯域 1 0 3 b に予約要求された帯域 6 を、及び、状態 1 0 3 c に” 予約中” を、それぞれ設定する（図 2 1 右列下段参照）。また、N M S 1 0 0 は、そのセッションデータ 1 0 3 中の通信開始時刻 1 0 3 d 及び通信終了時刻 1 0 3 e を設定（タイマ登録）する（S 1 0 6）。以上の設定が完了すると、N M S 1 0 0 は、予約 O K を端末 2 0 0 に通知する。

#### 【 0 0 9 3 】

以上のように、ノード a - f 間に帯域 6 のセッションが予約設定された後の各リンクの空帯域を図 1 9 に示す。同図中、ノード a - d 間のリンク a - d 上の数字 1 は、そのリンク a - d の空帯域 1 0 1 d が 1 であることを示す。また、それに隣接する（9）は、そのリンク a - d の予約中帯域 1 0 1 b が 9 であることを示す。他の数字も同様である。

#### 【 0 0 9 4 】

以上述べたように、本実施形態の予約パス最適化方法によれば、帯域 1 0 3 b（その他、各リンクの空帯域等）に基づいて、周期的に L S P（予約パスに相当）1 0 2 d が再設定（再ルーティング）されて予約パスが最適化されるため、本方式を使用しないネットワークに比べて、リソースの使用効率がよくなる。また、予約時にリソース不足によって、予約が拒否される確率が減少する。

#### 【 0 0 9 5 】

次に、予約中のセッションを開始する処理について図面を参照しながら説明する。図 2 2 は、予約中のセッションを開始する処理について説明するためのフローチャートである。本フローチャートは、通信開始時刻 1 0 3 d になった場合に実行される。以下、予約中のセッションとしてノード a - c 間の帯域 3 のセッションを開始する処理について説明する（帯域 5 のセッション等についても同様である）。

#### 【 0 0 9 6 】

予約中のセッションに対して設定されている通信開始時刻 1 0 3 d になると、

NMS100は、次の(1)から(3)の処理を行う(S300)。(1)その予約中のセッションに対するセッションデータ103中のLSP番号103a「(a)」を参照する。(2)その参照したLSP番号103a「(a)」によって特定されるLSP対応データ102から経路ノード(ノードa、b、c)を抽出する。(3)それらのノードにセッション番号「#1」及びセッション開始を通知する。

## 【0097】

次に、NMS100は、その予約中のセッションの帯域103b「3」をLSP対応データ102中の予約中帯域102bから減算する(S301)。また、NMS100は、その予約中のセッションの帯域103b「3」をLSP対応データ102中の使用中帯域102aに加算する(S301)。

## 【0098】

次に、NMS100は、その予約中のセッションの帯域103b「3」をそのセッションが使用するLSPが使用する各リンクに対するリンク対応データ101中の予約中帯域101bから減算する(S302)。また、NMS100は、その予約中のセッションの帯域103b「3」をリンク対応データ101中の使用中帯域101aに加算する(S302)。次に、NMS100は、その予約中のセッションの状態103cを「通信中」に設定する。以上により、予約中のセッションを開始する。

## 【0099】

次に、予約中のセッションに対して設定されている通信終了時刻103eになった場合の処理について図面を参照しながら説明する。図23は、この処理を説明するためのフローチャートである。本フローチャートは、予約中のセッションに対して設定されている通信終了時刻103eになった場合に実行される。

## 【0100】

以下、予約中のセッションとしてノードa-c間の帯域3のセッションを終了する処理について説明する(帯域5のセッション等についても同様である)。予約中のセッション(図22のフローチャートによって既にセッションが開始している)に対して設定されている通信終了時刻103eになると、NMS100は

、次の（１）から（３）の処理を行う（Ｓ４００）。

【０１０１】

（１）その予約中のセッションに対するセッションデータ１０３中のＬＳＰ番号１０３ａ「（ａ）」を参照する。（２）その参照したＬＳＰ番号１０３ａ「（ａ）」によって特定されるＬＳＰ対応データ１０２から経路ノード（ノードａ、ｂ、ｃ）を抽出する。（３）それらのノードにセッション番号「＃１」及びセッション終了を通知する。

【０１０２】

次に、ＮＭＳ１００は、その予約中のセッションの帯域１０３ｂ「３」をＬＳＰ対応データ１０２中の使用中帯域１０２ａから減算する（Ｓ４０１）。また、ＮＭＳ１００は、その予約中のセッションの帯域１０３ｂ「３」をＬＳＰ対応データ１０２中の空帯域１０２ｃに加算する（Ｓ４０１）。

【０１０３】

次に、ＮＭＳ１００は、その予約中のセッションの帯域１０３ｂ「３」をそのセッションが使用するＬＳＰが使用する各リンクに対するリンク対応データ１０１中の使用中帯域１０１ａから減算する（Ｓ４０２）。また、ＮＭＳ１００は、その予約中のセッションの帯域１０３ｂ「３」をリンク対応データ１０１中の空帯域１０１ｄに加算する（Ｓ４０２）。そして、ＮＭＳ１００は、その予約中のセッションの状態を初期設定する（Ｓ４０３）。以上により、予約中のセッションを終了することになる。

【０１０４】

次に、上記予約パス最適化システムを実システムに適用した例について図面を参照しながら説明する。図２４は ネットワーク管理システムを実システムに適用した例を説明するための図である。

【０１０５】

本システムは、ＭＰＬＳネットワーク、ＮＭＳ１００、及び、端末２００、さらに、ポリシーサーバ、アカウントिंगサーバ、各種のアプリケーション、及びオープンＡＰＩインタフェースを備える。ＮＭＳ１００は、上述したように、各リソースの予約セッションを含めたスケジューリングを行い、予約時間の開始

、終了時にSNMPを使用して各ノード（ルータ）を制御する。ユーザはNMS 100にアクセスして予約の登録や変更、また、空帯域を検索して予約可能時間を調べることが可能となっている。

【0106】

〔その他〕 本発明は、以下のように特定することができる。

（付記1） ラベルスイッチネットワークにおけるリソースを管理するための方法であって、予約中のセッションと通信中のセッションの帯域を別に保持し、予約中セッションの占有する帯域を対象に、周期的にパスの再設定を実行する、ラベルスイッチネットワークにおけるリソース管理方法。（1）

（付記2） 前周期における予約要求に失敗する要因となったリンクの回数を一定周期分、記録し、その経過に基づいて、失敗要因となりやすいリンクの重みを変動させる、付記1に記載のラベルスイッチネットワークにおけるリソース管理方法。

（付記3） 予約要求失敗の回数に応じて、パスの再設定周期を変動させる、付記1に記載のラベルスイッチネットワークにおけるリソース管理方法。（2）

（付記4） ネットワークを構成する特定ノード間の予約パスを最適化するためのシステムであって、特定ノード間に、所定セッションを行うための予約パス及び帯域を設定する予約パス設定手段と、前記予約パス設定手段によって設定された帯域に基づいて、周期的に前記予約パスを再設定する予約パス最設定手段とを備える、予約パス最適化システム。（3）

（付記5） 前記周期を変動させる手段を備える、付記4に記載の予約パス最適化システム。（4）

（付記6） 前記ネットワークはMPLSネットワークであり、前記予約パスはLSPである、付記4又は5に記載の予約パス最適化システム。

（付記7） ネットワークを構成する特定ノード間の予約パスを最適化するための方法であって、特定ノード間に、所定セッションを行うための予約パス及び帯域を設定し、前記予約パス設定手段によって設定された帯域に基づいて、周期的に前記予約パスを再設定する、予約パス最適化方法。（5）

【0107】

本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他の様々な形で実施することができる。このため、上記の実施形態は、あらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈されるものではない。特に、MPLSはGMPLS (Generalized Multi-Protocol Label Switching)であってもよく、ラベルとして光波長を割り当ててもよい。

【 0 1 0 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、予約中の帯域を含めて再ルーティングを実施することで、本方式を使用しないネットワークに比べて、リソースの使用効率がよくなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態である予約パス最適化システムの概略構成を説明するための図である。

【図 2】 リンク対応データの構成を説明するための図である。

【図 3】 LSP対応データの構成を説明するための図である。

【図 4】 セッションデータの構成を説明するための図である。

【図 5】 初期状態の各データ内容を説明するための図である。

【図 6】 本発明の一実施形態である予約パス最適化システムの動作を説明するためのフローチャートである。

【図 7】 各リンクごとの空帯域を説明するための図である。

【図 8】 セッション（1 個目）予約後の各データ内容を説明するための図である。

【図 9】 各リンクごとの空帯域及び予約帯域を説明するための図である。

【図 1 0】 各リンクごとの空帯域及び予約帯域を説明するための図である。

【図 1 1】 セッション（2 個目）予約後の各データ内容を説明するための図である。

【図 1 2】 周期帯域割り当て処理を説明するためのフローチャートである。

【図 1 3】 周期決定テーブルを説明するための図である。

【図 1 4】 各リンクごとの空帯域を説明するための図である。

【図 1 5】 各リンクごとの空帯域及び予約帯域を説明するための図である。

【図 1 6】 再設定後の各データ内容を説明するための図である。

【図 1 7】 セッション（帯域 5）再設定後の各データ内容を説明するための図である。

【図 1 8】 各リンクごとの空帯域及び予約帯域を説明するための図である。

【図 1 9】 各リンクごとの空帯域及び予約帯域を説明するための図である。

【図 2 0】 セッション（帯域 3）再設定後の各データ内容を説明するための図である。

【図 2 1】 セッション（帯域 6）予約後の各データ内容を説明するための図である。

【図 2 2】 予約中のセッションを開始する処理を説明するためのフローチャートである。

【図 2 3】 予約中のセッションを終了する処理を説明するためのフローチャートである。

【図 2 4】 予約パス最適化システムを実システムに適用した例を説明するための図である。

【図 2 5】 T E（Traffic Engineering）の考え方について説明するための図である。

【図 2 6】 本発明の基本コンセプトを説明するための図である。

【図 2 7】 従来のリンク帯域と予約サービスを提供する場合のリンク帯域の内訳を示す図である。

【符号の説明】

1 0 0 ネットワークリソース管理サーバ（NMS）

1 0 1 リンク対応データ

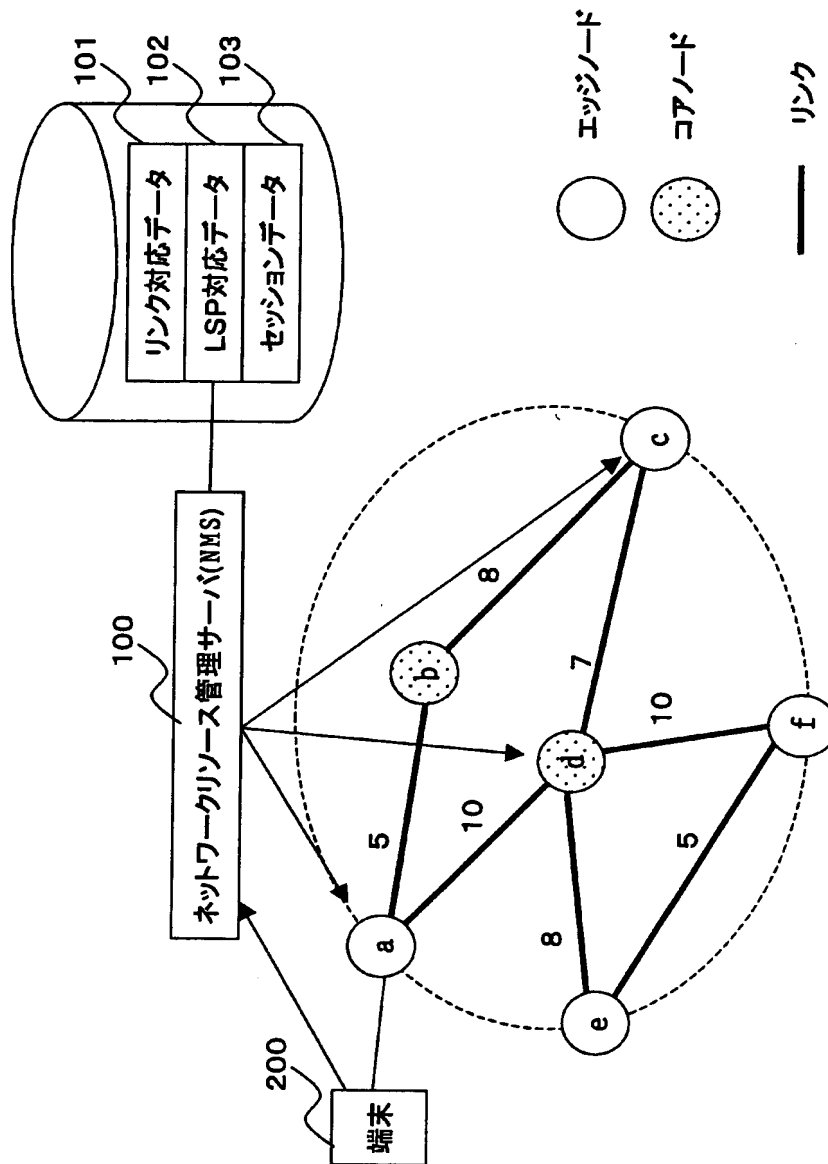
1 0 2      L S P 対 応 デ ー タ  
1 0 3      セ ッ シ ョ ン デ ー タ  
2 0 0      端 末  
a , c , e , f      エ ッ ジ ノ ード  
b , d          コ ア ノ ード

【書類名】

図面

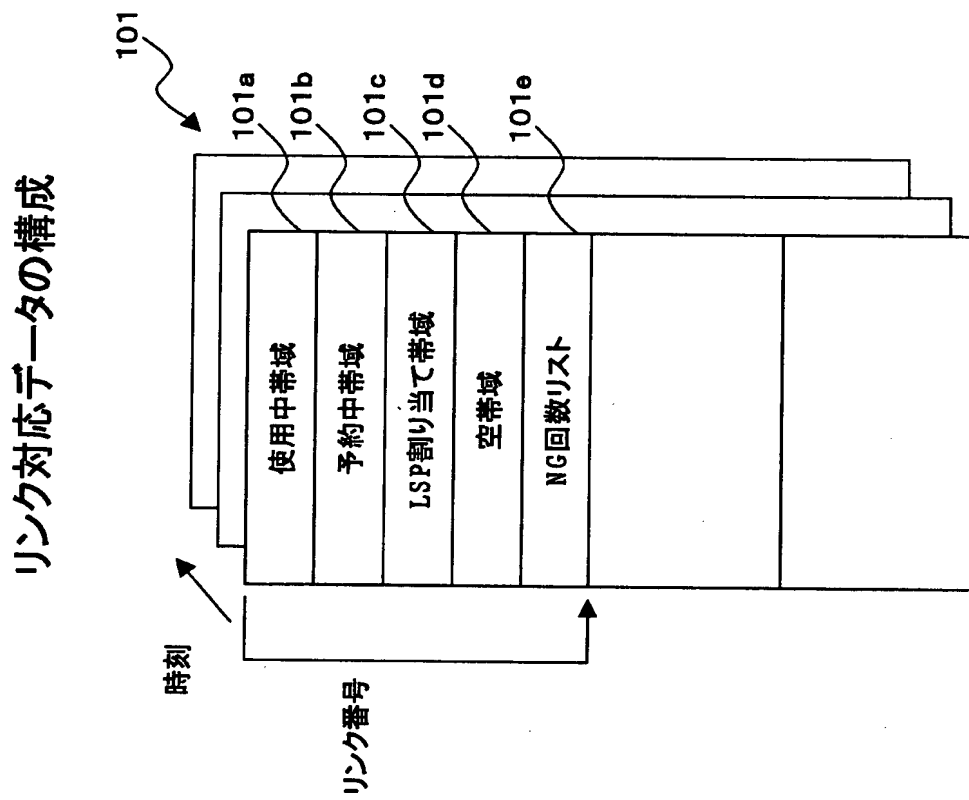
【図 1】

予約パス最適化システムの概略構成

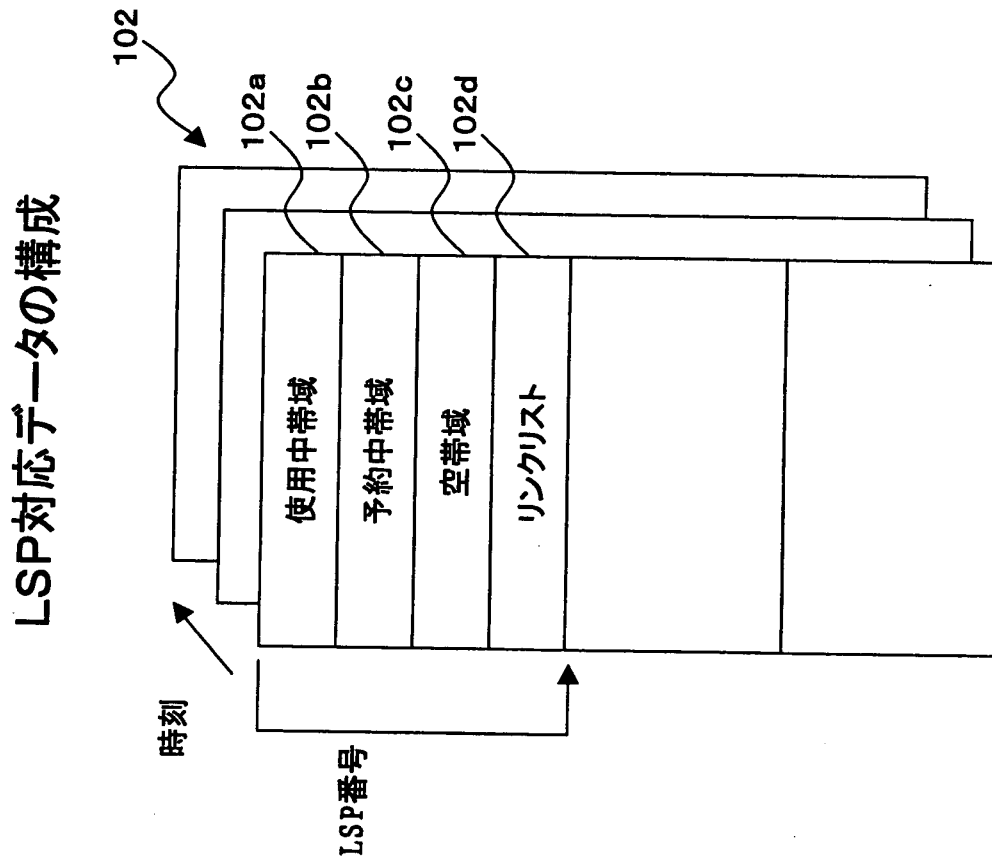




【図 2】

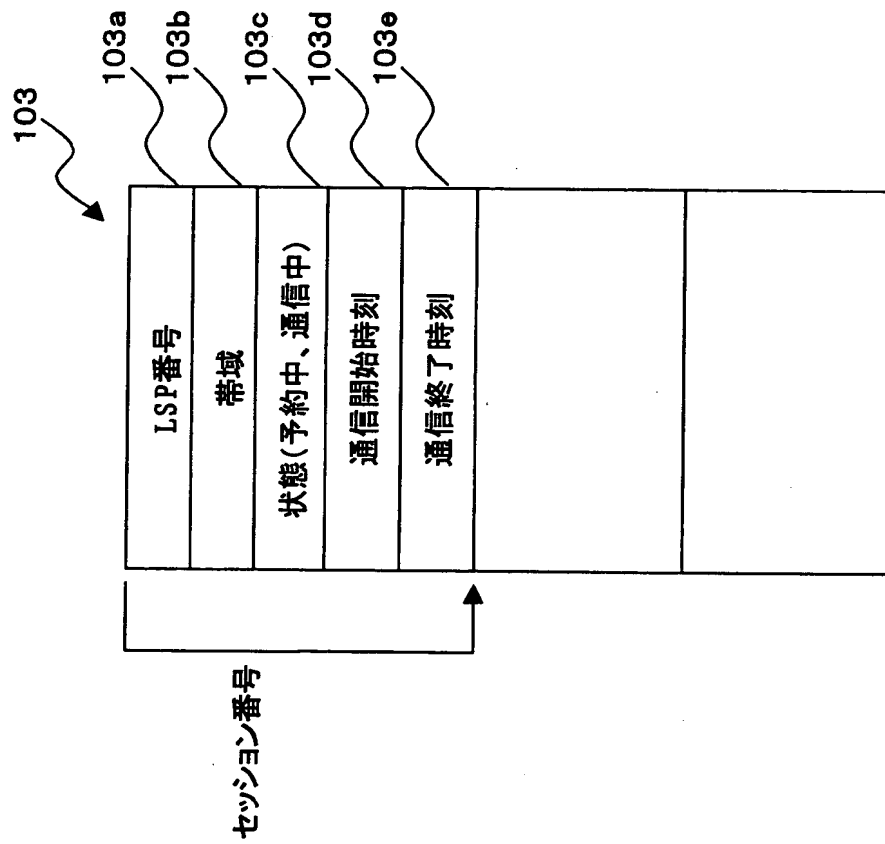


【図 3】



【図 4】

セッションデータの構成



【図 5】

初期状態の各データ内容

セッションデータ構成

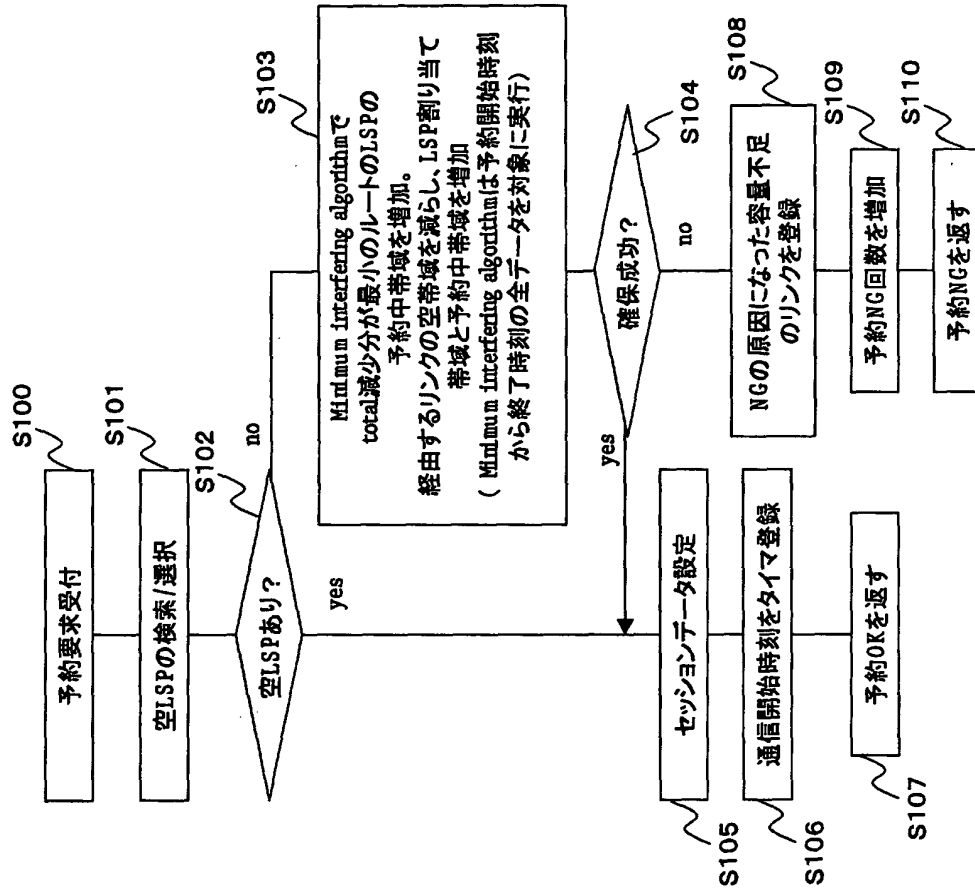
LSP対応データ構成

リンク対応データ構成

リンク番号(a-b)	LSP番号			
	使用中帯域(0)	予約中帯域(0)	空帯域(0)	リンクリスト(a-b-c)
	使用中帯域(0)	予約中帯域(0)	空帯域(0)	リンクリスト(a-b-c)
	LSP割り当て帯域(0)			
	空帯域(5)			
リンク番号(a-d)	LSP番号			
	使用中帯域(0)	予約中帯域(0)	空帯域(10)	NC回数リスト
	使用中帯域(0)	予約中帯域(0)	空帯域(0)	リンクリスト(a-d-e)
	LSP割り当て帯域(0)			
	空帯域(10)			

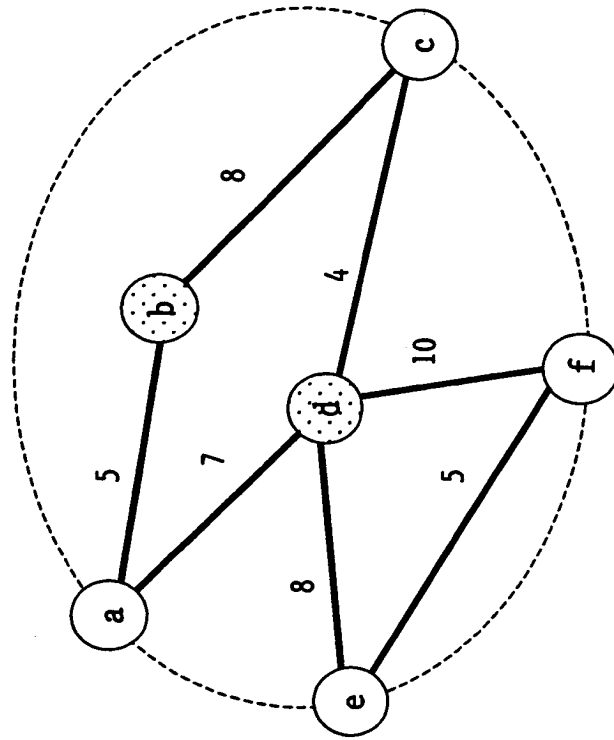
【図 6】

予約パス最適化システムの動作を説明するためのフローチャート



【図7】

各リンクごとの空帯域を説明するための図



# セッション(1個目)予約後の各データ内容

セッションデータ構成

LSP対応データ構成

リンク対応データ構成

リンク番号(a-b)

LSP番号#a

セッション番号#1

使用中帯域(0)
予約中帯域(3)
LSP割り当て帯域(3, a)
空帯域(2)
NG回数リスト

使用中帯域(0)
予約中帯域(3)
空帯域(0)
リンクリスト(a-b-c)

LSP番号(a)
帯域(3)
状態(予約中)
通信開始時刻2002.9.20 10:00
通信終了時刻2002.9.20 10:30

LSP番号#b

リンク番号(a-d)

使用中帯域(0)
予約中帯域(0)
LSP割り当て帯域(0)
空帯域(10)
NG回数リスト

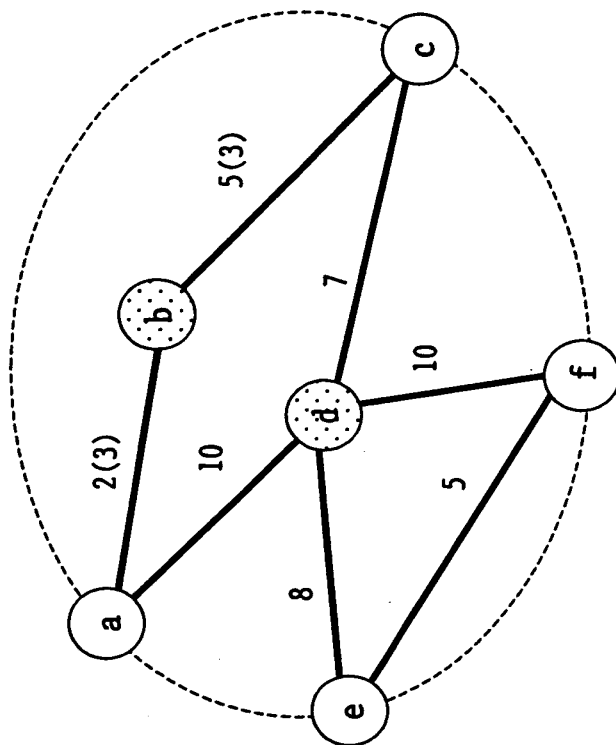
使用中帯域(0)
予約中帯域(0)
空帯域(0)
リンクリスト(a-d-c)

LSP番号#c

使用中帯域(0)
予約中帯域(0)
空帯域(0)
リンクリスト(a-d-f)

【図9】

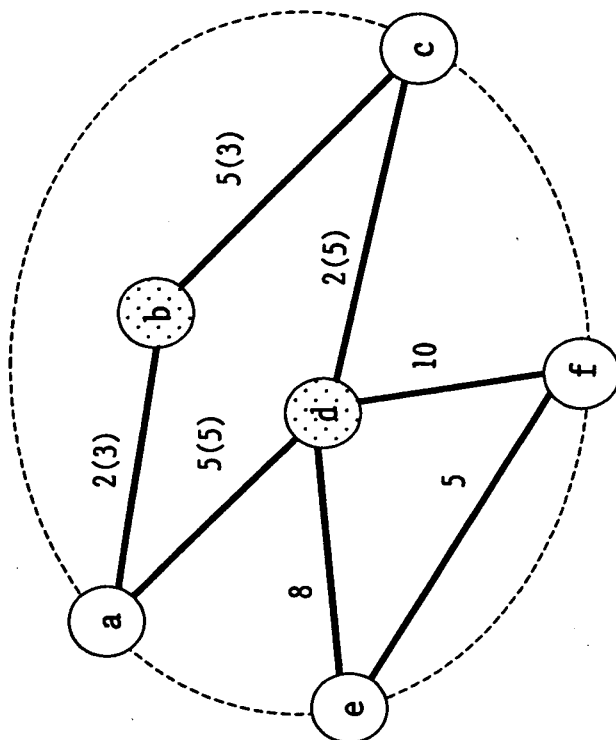
各リンクごととの空帯域及び予約帯域を説明するための図





【図 1 0】

各リンクごととの空帯域及び予約帯域を説明するための図



【図 1 1】

セッション(2個目)予約後の各データ内容

リンク対応データ構成      セッションデータ構成      LSP対応データ構成

リンク番号(a-b)

使用中帯域(0)
予約中帯域(3)
LSP割り当て帯域(3, a)
空帯域(2)
NG回数リスト

LSP番号#a

使用中帯域(0)
予約中帯域(3)
空帯域(0)
リンクリスト(a-b-c)

セッション番号#1

LSP番号(a)
帯域(3)
状態(予約中)
通信開始時刻2002.9.20 10:00
通信終了時刻2002.9.20 10:30

リンク番号(a-d)

使用中帯域(0)
予約中帯域(5)
LSP割り当て帯域(5, b)
空帯域(5)
NG回数リスト

LSP番号#b

使用中帯域(0)
予約中帯域(5)
空帯域(0)
リンクリスト(a-d-c)

セッション番号#2

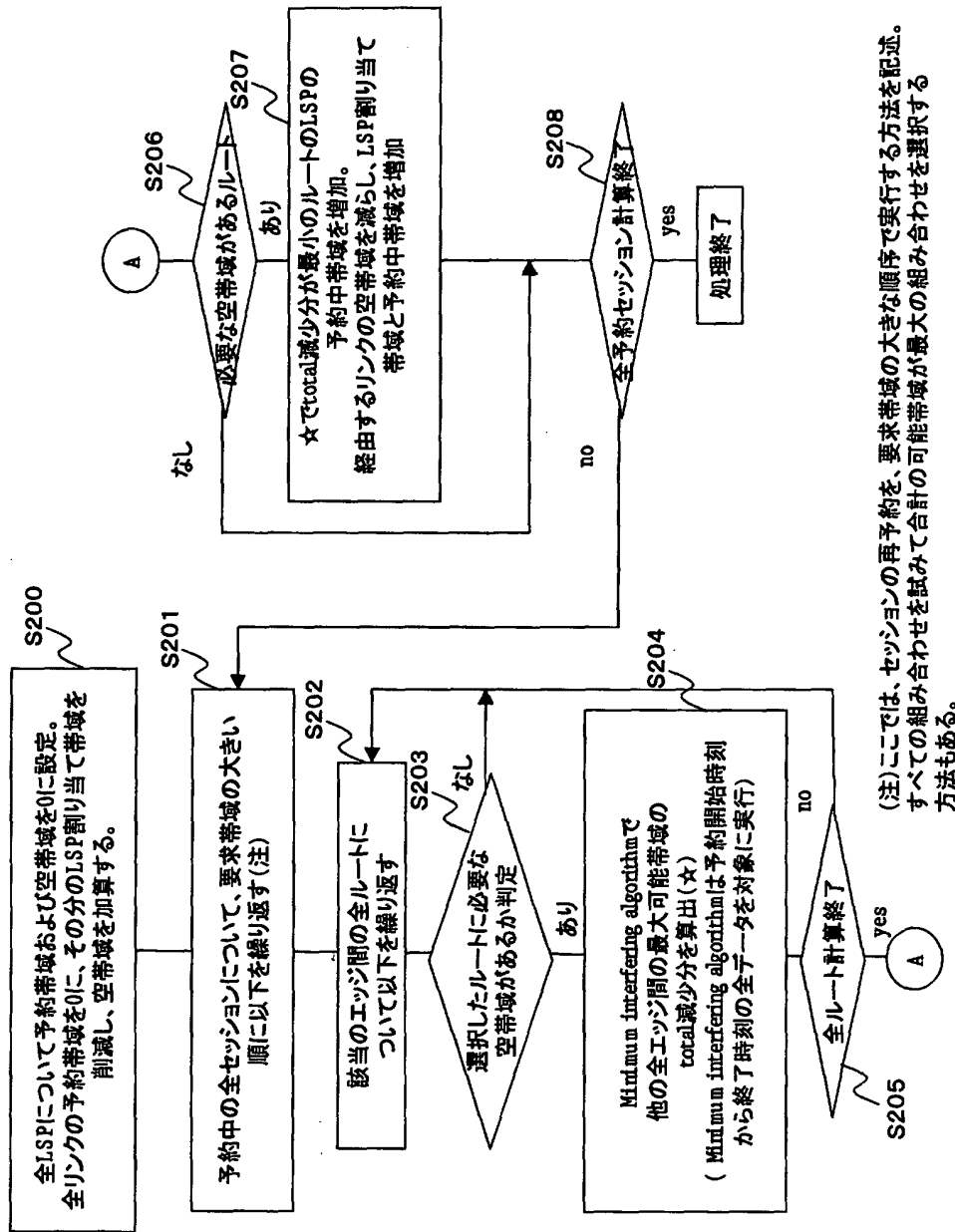
LSP番号(b)
帯域(5)
状態(予約中)
通信開始時刻2002.9.20 10:00
通信終了時刻2002.9.20 10:30

LSP番号#c

使用中帯域(0)
予約中帯域(0)
空帯域(0)
リンクリスト(a-d-f)

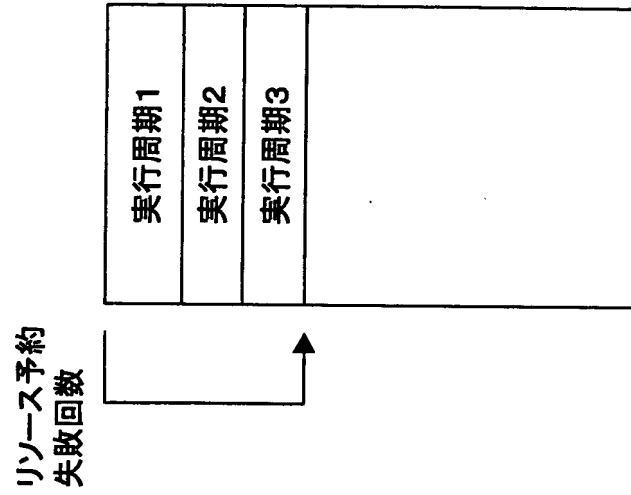
【図 1 2】

周期帯域割り当て処理を説明するためのフローチャート  
(周期的に本処理を実行)



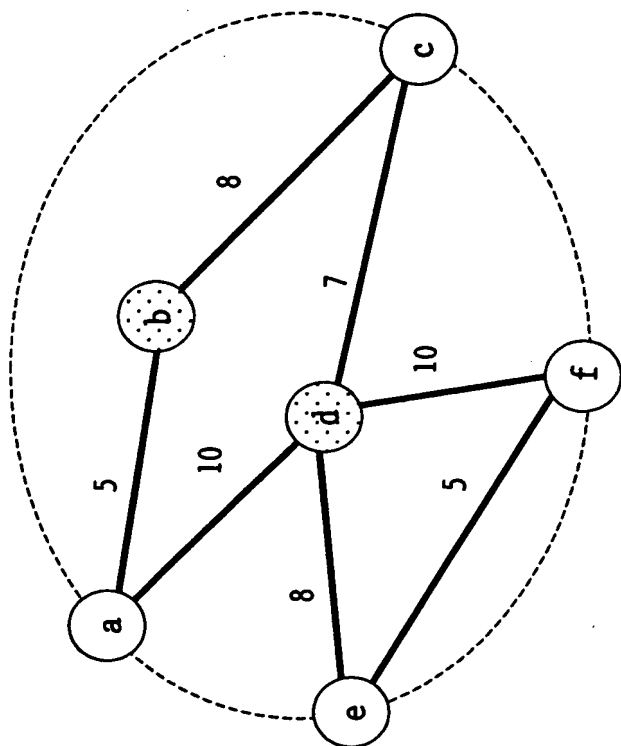
【図 1 3】

周期決定テーブル



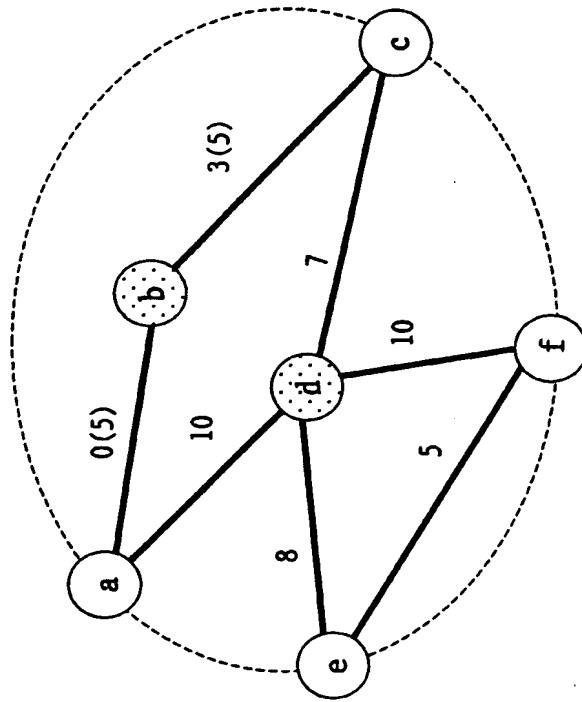
【図 1 4】

各リンクごとの空帯域を説明するための図



【図 1 5】

各リンクごとの空帯域及び予約帯域を説明するための図



【図 1 6】

再設定後(予約帯域開放後)の各データ内容

セッションデータ構成

LSP対応データ構成

リンク対応データ構成

リンク番号(a-b)

LSP番号#a

セッション番号#1

使用中帯域(0)
予約中帯域(0)
LSP割り当て帯域(0)
空帯域(5)
NG回数リスト

使用中帯域(0)
予約中帯域(0)
空帯域(0)
リンクリスト(a-b-c)

LSP番号(*)
帯域(3)
状態(予約中)
通信開始時刻2002.9.20 10:00
通信終了時刻2002.9.20 10:30

LSP番号#b

セッション番号#2

リンク番号(a-d)

使用中帯域(0)
予約中帯域(0)
LSP割り当て帯域(0)
空帯域(10)
NG回数リスト

使用中帯域(0)
予約中帯域(0)
空帯域(0)
リンクリスト(a-d-c)

LSP番号(*)
帯域(5)
状態(予約中)
通信開始時刻2002.9.20 10:00
通信終了時刻2002.9.20 10:30

LSP番号#c

使用中帯域(0)
予約中帯域(0)
空帯域(0)
リンクリスト(a-d-f)

【図 17】

# セッション(帯域5)再設定後の各データ内容

セッションデータ構成

LSP対応データ構成

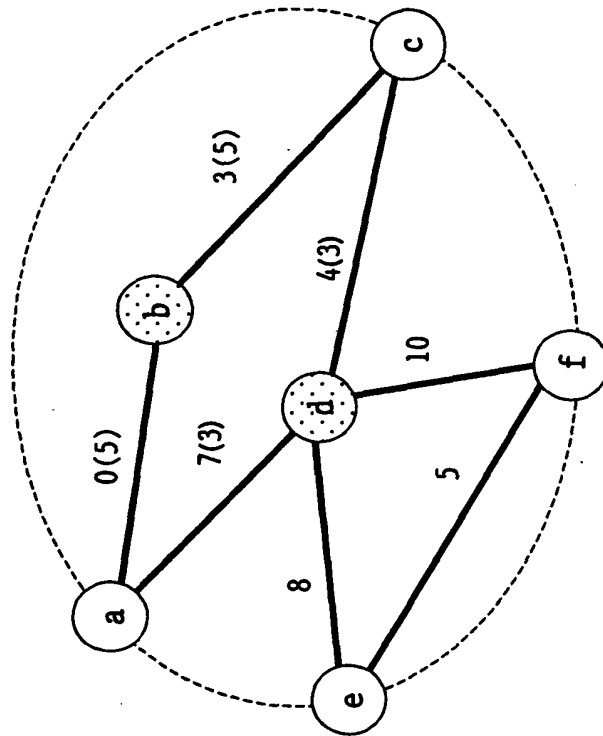
リンク対応データ構成

リンク番号(a-b)	LSP番号#a	セッション番号#1
使用中帯域(0)	使用中帯域(0)	LSP番号(*)
予約中帯域(5)	予約中帯域(5)	帯域(3)
LSP割り当て帯域(5,a)	空帯域(0)	状態(予約中)
空帯域(0)	リンクリスト(a-b-c)	通信開始時刻2002.9.20 10:00
NG回数リスト		通信終了時刻2002.9.20 10:30
リンク番号(a-d)	LSP番号#b	セッション番号#2
使用中帯域(0)	使用中帯域(0)	LSP番号(a)
予約中帯域(0)	予約中帯域(0)	帯域(5)
LSP割り当て帯域(0)	空帯域(0)	状態(予約中)
空帯域(10)	リンクリスト(a-d-c)	通信開始時刻2002.9.20 10:00
NG回数リスト		通信終了時刻2002.9.20 10:30
リンク番号(a-e)	LSP番号#c	
使用中帯域(0)	使用中帯域(0)	
予約中帯域(0)	予約中帯域(0)	
LSP割り当て帯域(0)	空帯域(0)	
空帯域(10)	リンクリスト(a-d-f)	
NG回数リスト		



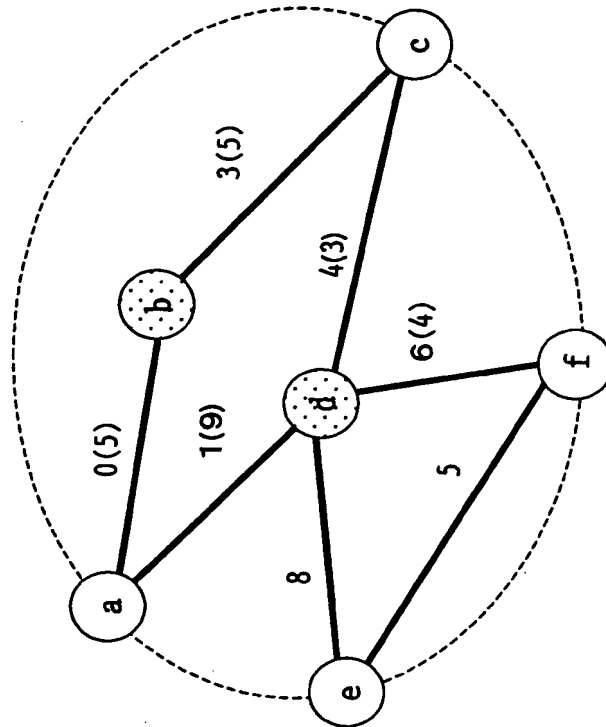
【図18】

各リンクごとの空帯域及び予約帯域を説明するための図



【図 1 9】

各リンクごとの空帯域及び予約帯域を説明するための図



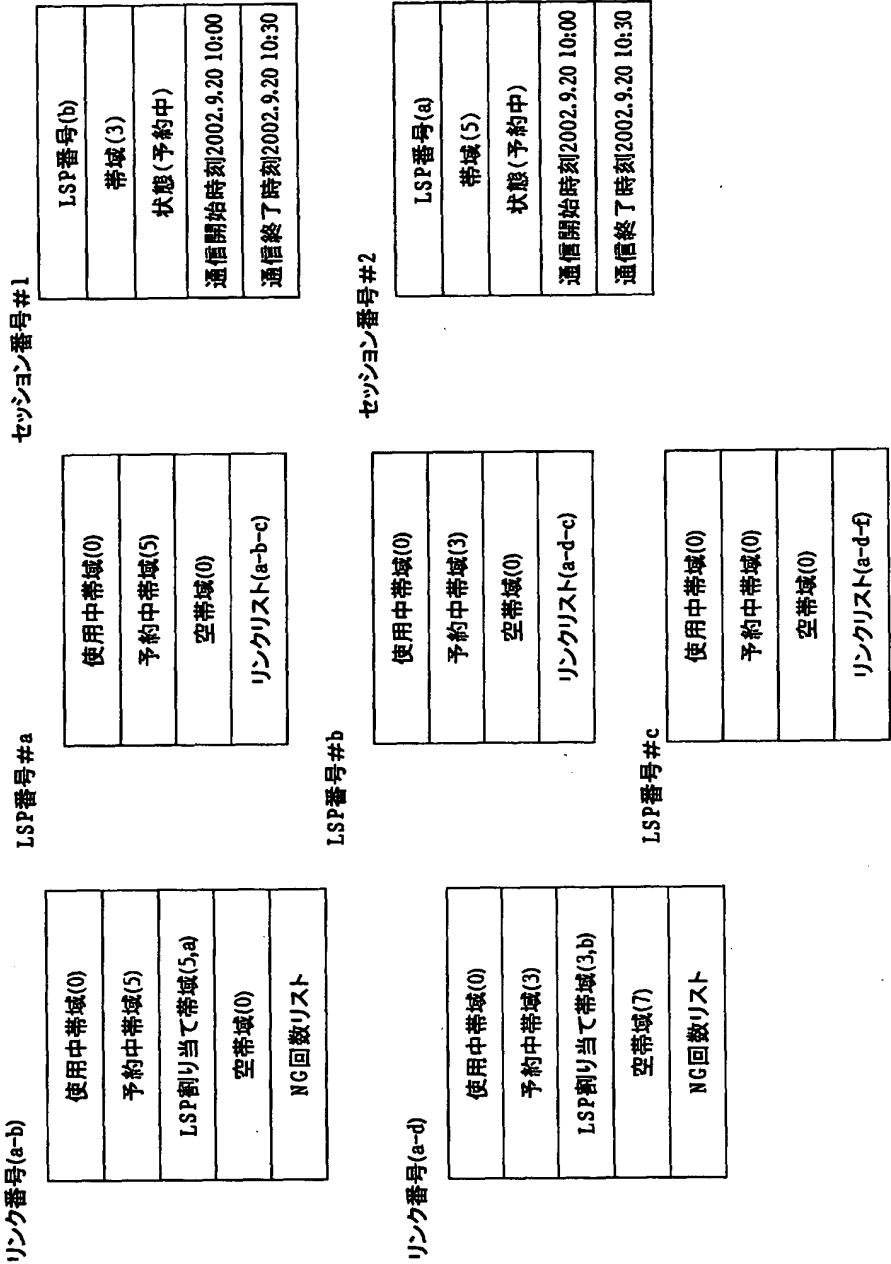
【図 2 0】

セッション(帯域3)再設定後の各データ内容

セッションデータ構成

LSP対応データ構成

リンク対応データ構成



【図 2 1】

セッション(帯域6)予約後の各データ内容

セッションデータ構成

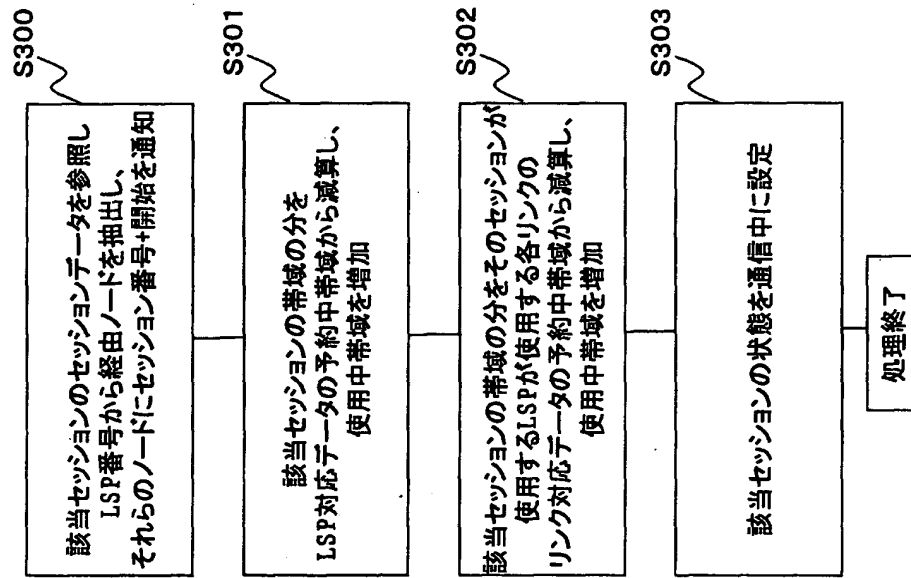
LSP対応データ構成

リンク対応データ構成

リンク番号(a-b)	LSP番号#a				セッション番号#1			
	使用中帯域(0)	使用中帯域(0)	LSP番号(b)		帯域(3)		状態(予約中)	
	予約中帯域(5)	予約中帯域(5)	LSP割り当て帯域(5,a)		帯域(3)		通信開始時刻2002.9.20 10:00	
	LSP割り当て帯域(5,a)	空帯域(0)	空帯域(0)		状態(予約中)		通信終了時刻2002.9.20 10:30	
リンク番号(a-b)	LSP番号#a				セッション番号#2			
	使用中帯域(0)	使用中帯域(0)	LSP番号(a)		帯域(5)		状態(予約中)	
	予約中帯域(5)	予約中帯域(3)	空帯域(0)		帯域(5)		通信開始時刻2002.9.20 10:00	
	LSP割り当て帯域(3,b6c)	リンクリスト(a-b-c)	空帯域(0)		状態(予約中)		通信終了時刻2002.9.20 10:30	
リンク番号(a-d)	LSP番号#b				セッション番号#3			
	使用中帯域(0)	使用中帯域(0)	LSP番号(c)		帯域(6)		状態(予約中)	
	予約中帯域(3)	予約中帯域(6)	空帯域(0)		帯域(6)		通信開始時刻2002.9.20 10:00	
	LSP割り当て帯域(3,b6c)	リンクリスト(a-d-e)	空帯域(0)		状態(予約中)		通信終了時刻2002.9.20 10:30	
リンク番号(a-b)	LSP番号#c				セッション番号#4			
	使用中帯域(0)	使用中帯域(0)	LSP番号(d)		帯域(7)		状態(予約中)	
	予約中帯域(5)	予約中帯域(7)	空帯域(0)		帯域(7)		通信開始時刻2002.9.20 10:00	
	LSP割り当て帯域(5,c)	リンクリスト(a-b-f)	空帯域(0)		状態(予約中)		通信終了時刻2002.9.20 10:30	

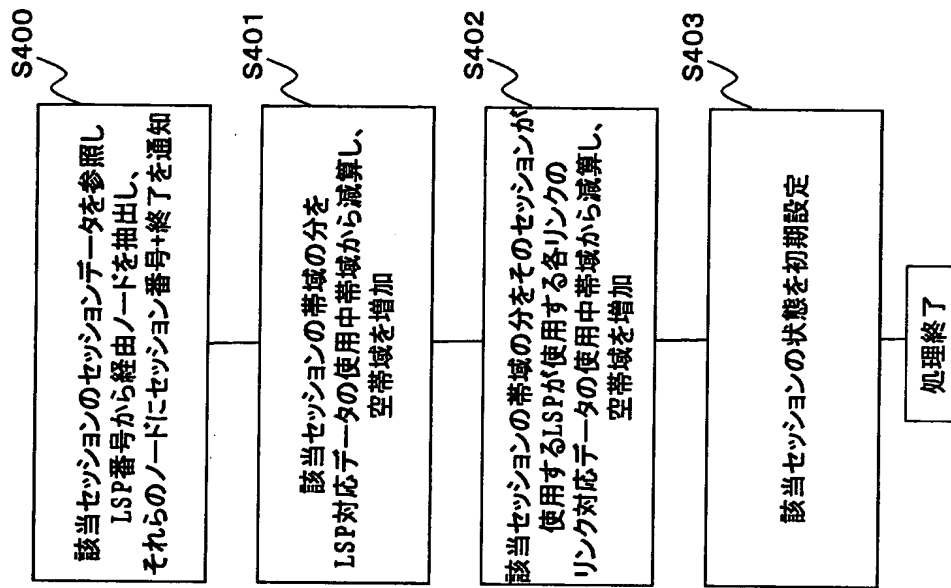
【図 2 2】

予約中のセッションを開始する処理を説明するためのフローチャート  
(タイムアウト時(開始)の処理)

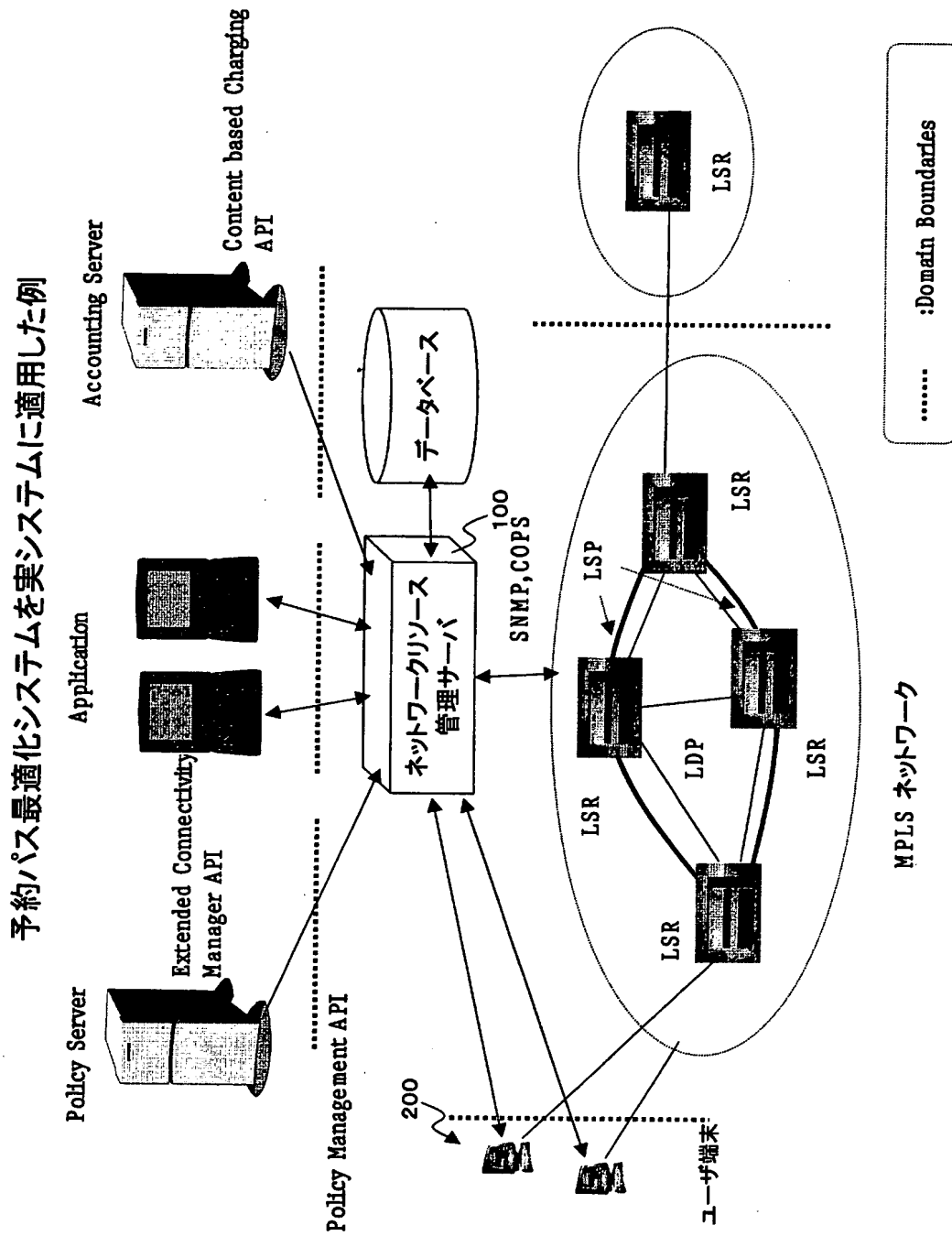


【図 2 3】

予約中のセッションを終了する処理を説明するためのフローチャート  
(タイム満了時(終了)の処理)

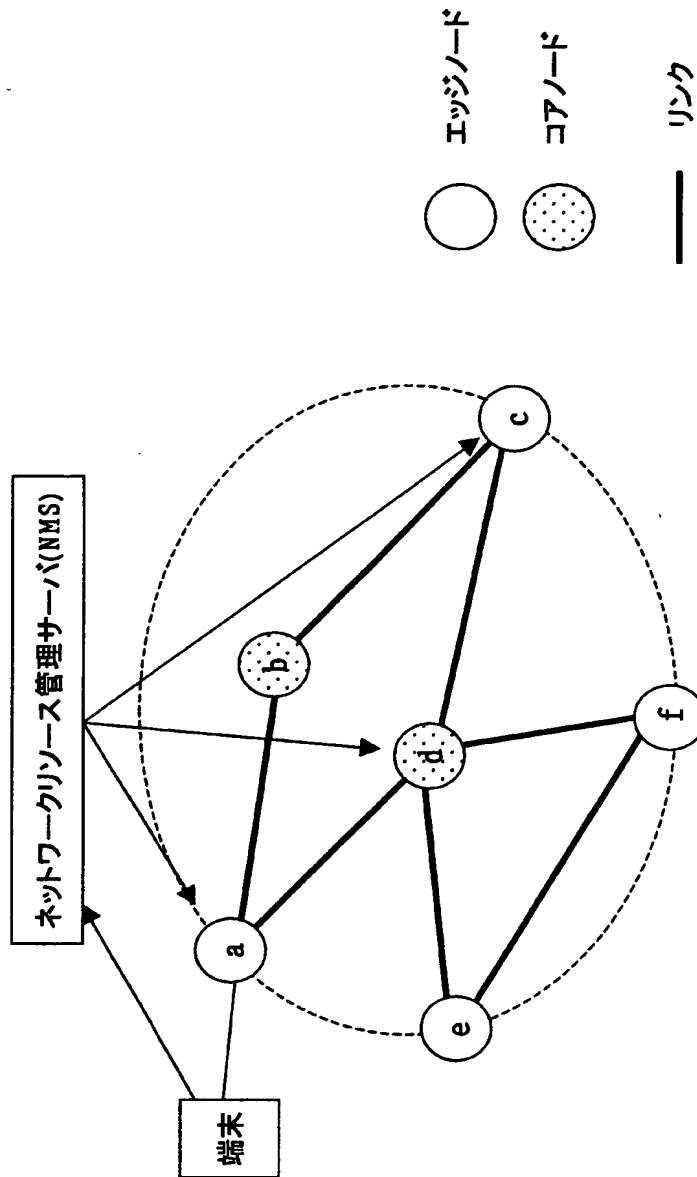


【图 2 4】



【図 25】

TE(Traffic Engineering)の考え方について説明するための図

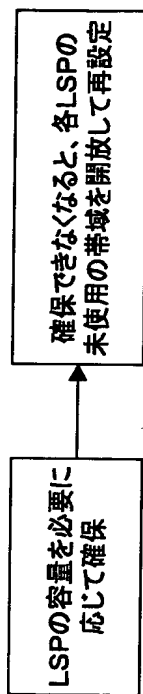




【図 2 6】

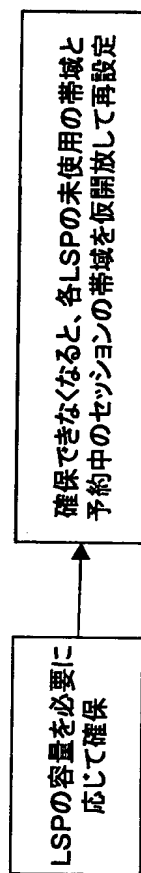
本発明の基本コンセプトを説明するための図

従来の方式



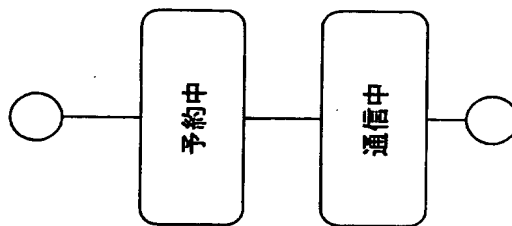
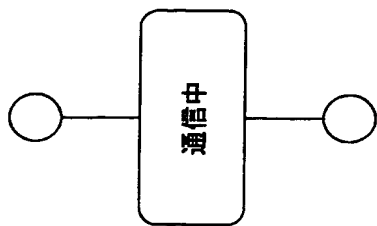
これを以下の条件で拡張する。

- ・通信中のセッションの使用するLSPは変更不可
- ・予約中のセッションの使用するLSPは変更可



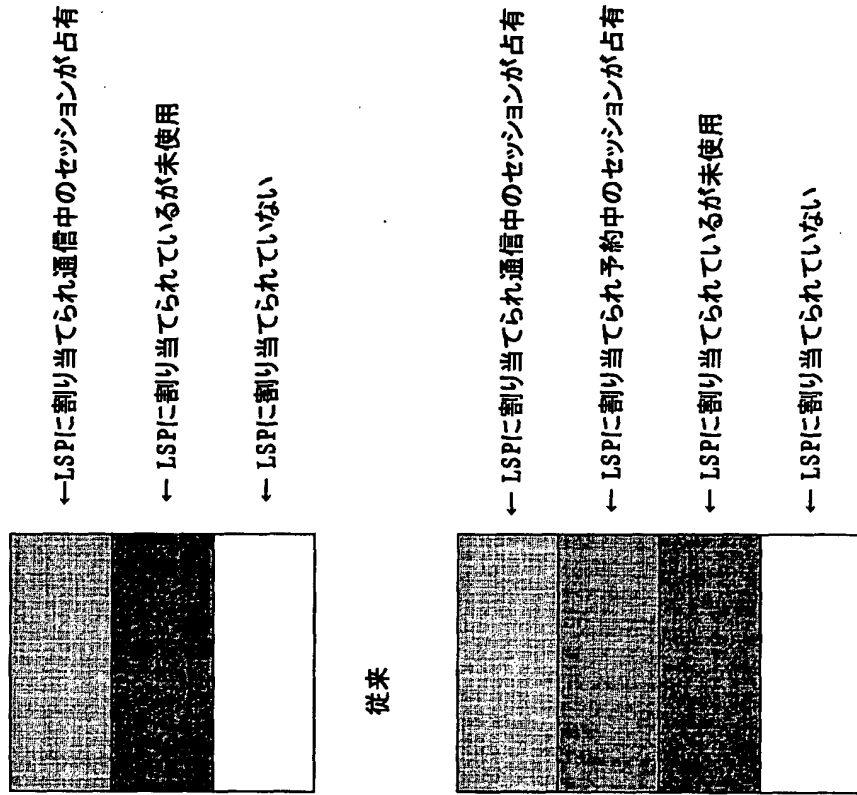
上記で、再設定実行時に、Minimum interfering algorithmで帯域が確保できなかったルートへの重みを大きくする。また、再設定を周期的に実行する。

これによって処理遅延の最小化、処理負担の増大防止が両立できる。



【図 2 7】

従来のリンク帯域と予約サービスを提供する場合のリンク帯域の内訳



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    ネットワークにおけるリソースの使用効率を高める。

【解決手段】    ネットワークを構成する特定ノード間の予約パスを最適化するためのシステムであって、特定ノード間に、所定セッションを行うための予約パス及び帯域を設定する予約パス設定手段と、前記予約パス設定手段によって設定された帯域に基づいて、周期的に前記予約パスを再設定する予約パス最設定手段とを備える。

【選択図】            図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
氏 名 富士通株式会社